Jahresbericht

des

Physikalischen Vere

zu

Frankfurt am Main

für das Rechnungsjahr

1888—1889.

Frankfurt am Main.

C. Naumann's Druckerei.

1890.

Jahresbericht

des

Physikalischen Vereins

zu

Frankfurt am Main

für das Rechnungsjahr

1888—1889.

Frankfurt am Main.

C. Naumann's Druckerei.

1890.

Vereinsnachrichten.

Mitglieder.

Der Physikalische Verein zählte am Ende des Jahres 1887—88 398 Mitglieder, von welchen im neuen Rechnungsjahre 18 ausgetreten oder verstorben sind, während 46 neue Mitglieder aufgenommen worden sind, so dass die Mitgliederzahl am Ende des Jahres 426 betrug. — Hier folgen die Namen derselben:

* Mitglieder des Gesammtvorstandes.

Herr Albert, E. C., Mechanikus.
" Alfermann, F., Apotheker.
" Alten, Heinrich.
" Ambrosius, J., Schlosser.
" Andreae, Hermann, Director.
" Andreae, Hugo, Director.
" Andreae-Passavant, J., Director.
" Appel, Gg., Zahntechniker.
" Askenasy, A., Ingenieur.
" Auerbach, Moses, Dr. jur.
" Auffarth, J. B., Buchhändler.
" Baer, Max.
" * Banss, Gottlieb.
" de Bary, Heinr. Anton.
" * de Bary, Jac., Dr. med.
" Bacon, J. C.
" Baerwindt, Dr. med.
" Bauer, L., Consul.
" Bauer, M.
" Baumann, Adolph.
" Baumann, C. J., Opernsänger.
" Baunach, Victor.
" Bechel, Ingenieur.
" Bechhold, J. H., Dr. phil.
" Beck, Hugo.
" Becker, Carl.
" Becker, Heinrich.
" Beer-Sondheimer.
" Belli, Ludw., Dr. phil., Chemiker.
" Berger, Joseph, Dr. phil.
Herr Besthorn, Emil, Dr. phil.
" v. Bethmann, Simon Moritz, Freiherr.
" Beyerbach, Ed., Hattersheim.
" Bing, Michael.
" Binding, Carl.
" Binding, Conrad.
" Bischof, Herm.
" Blankenburg, Max, Zahnarzt.
" Blum, Isaak, Lehrer.
" Blumenthal, E., Dr. med.
" Blumenthal, Adolph.
" Bockenheimer, J. H., Dr. med., Sanitätsrath.
" Bode, Paul, Dr. phil., Lehrer.
" Bolongaro, C. M.
" Bonn, M. B.
" * Bonn, Ph. B.
" Bonn, Wilh. B.
" Borgnis, Franz.
" Böttger, Bruno.
" Böttger, Hugo, Director.
" Braun, W.
" Braunfels, Otto.
" Braunschweig, O, Elektrotechniker.
" Brentano, Louis, Dr. jur.
" Brönner, Robert.
" Brötz, Wilh.
" Bruger, Th., Dr. phil.
" Buchka, F. A., Apotheker.
" Bulling, Daniel, Maschinenmeister.

Herr Büttel, Wilhelm.
„ Cahn, Julius E.
„ Chun, Gustav, Rector.
„ Clemm, Carl Otto, Apotheker.
„ Cnyrim, Victor, Dr. med.
„ Dann, Leopold.
„ Daube, G. L.
„ Degener, Carl C. L., Dr., Zahnarzt.
„ Deichler, J. C., Dr. med.
„ Diehl, Th., Dr. phil.
„ Dietze, Hermann.
„ Dill, Louis, Ingenieur.
„ Dondorf, B.
„ Dondorf, P.
„ Donner, P. C.
„ Drexel, H. Th.
„ Dreyfus, J.
„ Drory, William W., Director.
„ Du-Bois, August.
„ Dunn, A., Apotheker.
„ Ebenau, Fr., Dr. med.
„ Edelmann, Bernhard, Ingenieur.
„ Edinger, Ludwig, Dr. med.
„ Ehrenbach, R.
„ Ehrike, Johannes.
„ Ellinger, Leo.
„ Emden, Leopold.
„ Engelhard, Carl, Apotheker.
„ Eppstein, Theob., Dr. phil.
„ v. Erlanger, L., Freiherr.
„ Ettling, Georg Friedr. Jul.
„ Eurich, H., Dr. phil.
„ Eyssen, Georg, Ingenieur.
„ Eyssen, Remy.
„ Feist-Belmont, Carl.
„ Feist, J., Dr. phil.
„ Fellner, J. C.
„ Finger, Eduard.
„ Fleischmann, Lionel.
„ Flersheim, Robert.
„ Flesch, J. G., Dr. med.
„ Flesch, Max, Dr. med., Prof.
„ Foucar, Georg.
„ Franc v. Liechtenstein, R.
„ Frank, H., Apotheker.
„ Fresenius, Phil., Dr. phil., Apotheker.
„ Fridberg, R., Dr. med.
„ Friedmann, H.
„ Friedmann, Joseph.
„ Fries-Dondorf, Jacob.
„ * v. Fritzsche, G. A. Th., Dr. phil.
„ Frohmann, Ferd., Kaufmann.
„ Fronmüller, Conrad, Dr. phil.
„ Fuld, Dr., Justizrath.
„ Fulda, Carl Herm.
„ Gans, Adolph.

Herr Ganz, Leo, Dr. phil.
„ Gerngross, August.
„ Gerson, Jacob, General-Consul.
„ Gils, E. H., Lehrer, Bockenheim.
„ Glöckler, Alex, Dr. med.
„ Goeckel, L., Director.
„ Goldschmidt, Adolf B. H.
„ Goldschmidt, Eduard.
„ Goldschmidt, M. B.
„ Grimm, Heinrich.
„ Grund, W., Dr. phil.
„ Grunelius, Adolf.
„ v. Guaita, Max.
„ v. Günderode, C., Dr. phil., Freiherr.
„ Hahn, Adolf L. A.
„ Hahn, Louis Alfred.
„ Hahn, Moritz L. A.
„ Hanau, Heinr. Ant.
„ Hardt, H.
„ Hartmann, Eugen, Ingenieur.
„ Hasslacher, Franz.
„ Hauck, Otto.
„ Hausmann, Jul., cand. chem.
„ Hesse, Theod.
„ Heineken, Fred., Stadtrath.
„ Henrich, C. F., jun.
„ Herold, Rudolph, Lehrer.
„ v. Hergenhahn, A., Polizeipräsid. a. D.
„ Herz, Phil. P.
„ v. Heyden, L., Major a. D., Dr. phil.
„ Hilf, Philipp.
„ Hilger, H., Mechaniker u. Optiker.
„ Hirschvogel, Matthias.
„ Hochschild, J.
„ Hoff, Carl.
„ Hohenemser, Wilhelm.
„ Holthoff, Fr., Hauptmann z. D.
„ v. Holzhausen, Georg, Freiherr.
„ Holzmann, Ph.
„ Holzmann, W.
„ Homeyer, F., Dr. phil.
„ Horkheimer, Anton, Stadtrath.
„ Horstmann, H.
„ Hoyler, Fritz.
„ Höchberg, Otto.
„ * Jassoy, Ludw. Wilh., Apotheker.
„ Jasper, Just., Lehrer.
„ Jelkmann, Fr., Thierarzt.
„ Jilke, Theod., Dr. phil.
„ Jung, Gustav, stud.
„ Jung, Heinrich.
„ Jügel, F.
„ Kahn, H.
„ Kayser, L.
„ Keller, Adolf.
„ Kern, Julius.

Herr Kerner, G., Dr. phil.
" Kessler, Heinrich.
" Kiesewetter, Gustav, Lehrer.
" Kirchheim, Simon, Dr. med.
" * Klein, Jacob Philipp.
" Klein, Nicolaus.
" Kleyer, Adolph, Dr. phil.
" Kleyer, Heinrich.
" Klie, Albert.
" Klimsch, Carl.
" * Knopf, Ludwig, Dr. jur., Stadtrath.
" Koch, M. W.
" Kohler, Hermann.
" Kohn, C., Director.
" Kohn-Speyer, Eduard.
" Kohn-Speyer, Sigismund.
" Kotzenberg, Gustav.
" Koenitzer, C. E.
" Krauth, Wilhelm.
" Kugler, Adolf.
" Küchler, Eduard.
" Lachmann, B., Dr. med.
" Ladenburg, August.
" Ladenburg, Emil, Geh. Cmrz.-Rath
" Lattmann, Otto.
" Leesewitz, Gilbert.
" Leuchs-Mack, Ferdinand.
" * Libbertz, Arnold, Dr. med.
" Lindheimer, Ernst.
" Lindheimer, Julius.
" Lindheimer, Ludwig, Dr. jur.
" Lindley, W. H., Baurath.
" Lion, Franz.
" Lochmann, Richard.
" Loeb, Michael, Dr. med.
" Loebenberg, Leopold.
" Loewenthal, Leo, Dr. med.
" * Lorey, Carl, Dr. med.
" Loos, Conrad.
" * Lucius, Eugen, Dr. phil.
" Maas, M., Dr. jur.
" Mahr, G. W.
" Mainz, L.
" Manskopf, J. Ph. N.
" Marburg, Rudolf.
" Marx, Ferd. Aug., Dr. med.
" Matti, J. J. A., Dr. jur.
" May, Franz, Dr. phil.
" May, Julius.
" May, Martin.
" May, Martin, jun.
" May, Oskar, Dr. phil.
" Meister, W. C. J.
" Meixner, Richard.
" Melcher, Heinrich.
" Merton, Wilhelm.

Herr Merton, Z.
" Metzler, Alb., Stadtrath, Gen.-Consul.
" Metzler, Wilhelm.
" Mezger, Carl.
" Michaelis, Julius.
" * Milani, Heinrich.
" Minjon, Hermann.
" Miquel, J., Dr., Oberbürgermeister.
" Moehring, Georg H.
" Moldenhauer, Karl.
" Mouson, Daniel.
" Mössinger, Victor.
" Mumm v. Schwarzenstein, H., Consul.
" Müller, Franz A. R., Lehrer.
" Nassauer, Marx.
" Nestle, Richard.
" Neubert, W. L.
" Neubürger, Theodor, Dr. med.
" * v. Neufville, Alfred.
" v. Neufville, Otto, General-Consul.
" Neumeyer, S., Apotheker.
" Noll, Ferd., Lehrer, Bockenheim.
" Nonne, August, Apotheker.
" Opificius, Ludwig.
" Oplin, Adolf.
" Oppel, Herm., Mechaniker.
" Oppenheimer, M.
" Osterrieth-Laurin, August.
" Osterrieth, O.
" Passavant, G., Dr. med., Sanitätsrath.
" Pauli, Dr. phil., Höchst.
" Paulson, Gerhard, Zahnarzt.
" Peipers, G. F.
" * Petersen, Theodor, Dr. phil.
" Petsch-Goll, J. Ph., Geh. Cmrz.-Rath.
" Pfeiffer, Eugen.
" Pfeiffer, Theodor.
" Pfungst, Arthur, Dr. phil.
" Pfungst, Julius.
" Pichler, Heinrich.
" Pokorny, Ludwig, Bockenheim
" Pollitz, Carl.
" Popp, Georg, Dr. phil.
" Poppelbaum, H.
" Posen, Eduard.
" Posen, J. L.
" Puls, Otto, Syndicus der Handelskammer und k. rumän. Consul
" Quilling, Friedr. Wilh.
" Raab, Alfred, Dr. phil.
" Rademacher, Eduard.
" Rademann, Otto, Director.
" Rapp, Carl.
" Rapp, Gustav.
" Ravenstein, Simon.
" Rehn, H., Dr. med.

Herr Reichard, August.
„ Reichard, Gottlob.
„ * Reichard-d'Orville, Georg.
„ Reiffenstein, Carl Theodor, Maler.
„ * v. Reinach, A.
„ Reiss, Paul.
„ Renner, Fritz.
„ Reutlinger, Jacob.
„ Ricard-Abenheimer, L. A.
„ Richard, Ferd.
„ Rikoff, Jacob.
„ Rosenberger, F., Dr. phil.
„ Roth, G.
„ Roth, H.
„ v. Rothschild, Wilh. C., Freiherr.
„ Röder, Theodor.
„ Rödiger, Ernst, Dr. med.
„ * Rössler, H., Director.
„ * Rössler, Hch., Dr. phil., Director.
„ Rumpf, Gustav Andreas, Dr phil.
„ Ruoff, G., Dr. phil.
„ Rüdiger, A., Dr. phil., Homburg v. d. H.
„ Rühl, H.
„ Sauer, Adolf.
„ Sauerwein, Carl.
„ Scharff, Alexander.
„ Scharff, Julius.
„ Schäfer, F. E.
„ Scherlenzky, Dr. jur., Justizrath.
„ Schiele, L., Ingenieur.
„ Schiele, S., Director.
„ Schiff, Ludwig.
„ Schlemmer, H., Dr. jur.
„ Schlesicky, Emil.
„ Schlesicky-Ströhlein, F.
„ Schleussner, C., Dr. phil.
„ Schleussner, Karl, stud.
„ Schmeck, Heinrich, Lehrer.
„ Schmidt, Joh. Jul., Dr. med.
„ Schmidt, Leopold.
„ Schmidt-Günther, Gustav.
„ Schmidt-Heyder, Adolf, Dr. med.
„ Schmidt-Metzler, M., Dr med., San.-R.
„ Schmölder, P. A.
„ * Schnapper, Isidor Heinrich.
„ Schneider, Alexander, Director.
„ Scholl, Gustav.
„ Schölles, Joh., Dr. med.
„ Schuster, Bernhard.
„ Schuster, J.
„ * Schütz, H., Dr. phil., Oberlehrer.
„ Schwab, Moses.
„ Schwabacher, Hugo, Chemiker.
„ Schwarzschild, Ferd.
„ Schwarzschild, M.
„ Seestern-Pauly, G.

Herr Seuffert, Theodor, Dr. med.
„ Siebert, Theodor, Apotheker.
„ Siesmayer, Ph., Bockenheim.
„ Simons, W.
„ Sonnemann, Leopold.
„ Sömmering, Carl.
„ Speyer, Wilh., stud. chem.
„ Spiess, Alex., Dr. med., San.-Rath.
„ Spohr, Hch.
„ Stahl, Carl, Dr. med.
„ Staudt, Franz.
„ Staudt, Jakob, Ingenieur.
„ Steffan, Ph. J., Dr. med.
„ Stein, Sieg. Th., Dr. med., Hofrath.
„ Steinkauler, Th., Dr. phil.
„ Stephani, C. J., Dr. phil.
„ Stern, Bernhard, Dr. med.
„ Stern, Theodor.
„ Stiebel, Albert, Dr. phil.
„ Stockhausen, Fr., stud.
„ Strauss, O. D., Fabrikant.
„ Stroof, J., Director, Griesheim.
„ St. Goar, M.
„ Sulzbach, Carl, Dr. jur.
„ Süsskind, Julius.

Tiefbauamt.
„ Töplitz, Julius, Kaufmann.
„ Treupel, Friedr. Daniel.
„ Tries, Theodor.
„ Ullmann, Jul.
„ Una, S.
„ Valentin, J.
„ Vogt, Ludwig, Director.
„ Vogtherr, Hermann.
„ Wagner, Fr., Lehrer, Bockenheim.
„ Wagner, Ludwig.
„ Walz, Georg, Dr. phil.
„ Weber, Andr., Stadtgärtner.
„ Weber, H.
„ Weckerling, F., Fabrikant.
„ Weiffenbach, Th.
„ Weigert, Carl, Dr. med, Professor.
„ Weiller, Jacob H.
„ Weinmann, A., Inspector.
„ Weismüller, Emmer, Bockenheim.
„ Weller, Albert, Dr. phil.
„ Wertheim, J., Maschinenfabrikant.
„ Wertheimber, Em.
„ Wetzlar, Emil.
„ Wirsing, F. W.
„ * Wirsing, Paul, Dr. med.
„ Woell, W.
„ Zander, Aug.
„ Zehfuss, G., Dr. phil., Professor.
„ * Ziegler, Julius, Dr. phil.
„ Zillger, Friedrich, Bockenheim.

Ehren-Mitglieder.

Herr Prof. Dr. Abbe in Jena.
„ Prof. A. v. Baeyer in München.
„ Akademiker Dr. Baudouin in Paris.
„ Prof. Dr. Becquerel in Paris.
„ Prof. Dr. Wilhelm von Bezold, Director des k. meteorol. Institutes in Berlin.
„ Prof. Dr. A. Buchner in München.
„ Wirkl. Geh. Rath Professor Dr. Bunsen Exc. in Heidelberg.
„ Prof. Dr. E. Erlenmeyer dahier.
„ Prof. Dr. Emil Fischer in Würzburg.
„ Prof. Dr. R. Fittig in Strassburg i. E.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr Förster, Director der k. Sternwarte in Berlin.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. Fresenius in Wiesbaden.
„ Prof. Dr. F. Goppelsroeder, Mülhausen i. E.
„ Prof. Dr. Carl Gräbe in Genf.
„ Prof. Dr. S. Günther in München.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. Hankel in Leipzig.
„ Dr. Julius Hann, Director der k. k. Centralanst. f. Met. u. Erdmagn. in Wien, Hohe Warte.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. von Helmholtz in Berlin.
„ Dr. Gustav Hellmann, Oberbeamter des k. met. Inst. in Berlin.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. A. W. von Hofmann in Berlin.
„ Hermann Honegger in Orotava auf Teneriffa.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Kekulé in Bonn.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. E. Kittler in Darmstadt.

Herr Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Knoblauch in Halle.
„ Prof. Dr. Friedr. Kohlrausch in Strassburg i. E.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. Herm. Kopp in Heidelberg.
„ Prof. Dr. W. Koeppen in Hamburg, Seewarte.
„ Prof. Dr. A. Kundt in Berlin.
„ Geh. Regier.-Rath Prof. Dr. Landolt in Berlin.
„ Prof. Dr. Lenz, Mitglied der kais. russ. Akademie in St. Petersburg.
„ Prof. Dr. Lerch in Prag.
„ Prof. Dr. C. Liebermann in Berlin.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Limpricht in Greifswald.
„ Dr. J. Löwe dahier.
„ Prof. Dr. E. Mach in Prag.
„ Prof. Dr. F. Melde in Marburg.
„ Prof. Dr. Mendelejeff in St. Petersburg.
„ Prof. Dr. Lothar Meyer in Tübingen.
„ Geh. Rath Prof. Dr. V. Meyer in Heidelberg.
„ Prof. Dr. H. Mohn, Director der k. norweg. meteorol. Centralanstalt in Christiania.
„ Prof. Dr. Mulder in Utrecht.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Neumann in Königsberg.
„ Prof. Dr. G. Neumayer, wirkl. Geh. Adm.-Rath u. Director der Deutschen Seewarte in Hamburg.
„ Prof. Dr. L. F. Nilson in Stockholm.
„ Prof. Dr. J. J. Oppel dahier.
„ Geheimrath Prof. Dr. M. v. Pettenkofer in München.

Herr Prof. Dr. O. Pettersson in Stockholm.
„ Prof. Dr. Raoul Pictet in Genf.
„ Prof. Dr. Rammelsberg in Berlin.
„ Prof. Dr. v. Reusch in Stuttgart.
„ Prof. Dr. Theod. Richter in Freiberg in Sachsen.
„ Prof. Dr. Hugo Schiff in Florenz.
„ Prof. H. E. Roscoe in Manchester.
„ Prof. Dr. v. Sandberger in Würzburg.
„ Geh. Reg.-Rath Dr. W. v. Siemens in Berlin.
„ Prof. Dr. W. Staedel in Darmstadt.
„ Prof. Dr. Stern in Zürich-Hottingen.
„ Dr. med. W. Stricker dahier.
„ Prof. Silvanus P. Thompson in London.
„ Prof. Dr. Sir William Thomson in Manchester.
„ Prof. Dr. John Tyndall in London.
Herr Geh. Medicinalrath Prof. Dr. Virchow in Berlin.
„ Prof. Dr. H. W. Vogel in Berlin.
„ Dr. G. H. Otto Volger in Soden a. T.
„ Prof. Dr. Volhard in Halle.
„ Prof. Dr. J. G. Wallentin in Wien.
„ Wirkl. Geh.-Rath Prof. Dr. Wilh. Weber in Göttingen.
„ Hofrath Prof. Dr. Wiedemann in Leipzig.
„ Prof. Dr. V. Wietlisbach in Bern.
„ Prof. und Akademiker Dr. Wild in St. Petersburg.
„ Prof. Dr. H. Will in Giessen.
„ Oberbergrath Professor Dr. Clemens Winkler in Freiberg, Sachsen.
„ Prof. Dr. Wislicenus in Leipzig.
„ Prof. Dr. Wüllner in Aachen.

Vorstand.

Der Vorstand des Physikalischen Vereins bestand im Jahre 1888—89 aus den Herren:

Dr. phil. Heinrich Rössler,
Dr. phil. Julius Ziegler,
Eugen Hartmann,
Henri Milani,
Dr. med. A. Libbertz und
Ph. B. Bonn.

Den Vorsitz führte Herr Dr. Rössler, das Amt des Schriftführers verwaltete Herr Milani, das des Cassiers Herr Bonn.

Generalversammlung.

Die diesjährige Generalversammlung fand Donnerstag, den 17. Oktober, Abends 6 Uhr, im Vereinshause statt. Nachdem der Vorsitzende, Herr Dr. Rössler, Mittheilungen über die Mitgliederzahl, welche jetzt höher ist, als je vorher, über die Lehrthätigkeit, über abgegebene Gutachten, Anschaffungen und Geschenke gemacht, widmete er dem Andenken der beiden in diesem Jahre verstorbenen, langjährigen Ehrenmitglieder, Herrn Friedrich Thomas Albert und Herrn Senator Friedrich Jakob Kessler warme Worte der Anerkennung. Albert war der letzte lebende Theilnehmer an der am 14. und 15. Januar 1827 vom Physikalischen Verein veranstalteten meteorologischen Expedition auf den Feldberg (vergl. Isis 1827, No. 27, 28, Frankf. Intelligenzblatt vom 14. Januar 1878), Senator Kessler,*) der

*) Geboren den 26. März 1806, gestorben am 8. Mai 1889. Früher Associé des Handelshauses J. Ph. Kessler, nahm er bald an den öffentlichen Angelegenheiten der Stadt als Mitglied der Handelskammer, der gesetzgebenden Versammlung und der ständigen Bürgerrepräsentation lebhaften Antheil. 1844 bis 1850 war er Mitglied des Senats. Ausserdem hat er sich längere Jahre bei der Verwaltung des Zeichnungs-Instituts, der Dr Senckenberg'schen Stiftungs-Administration und der die hiesige Musterschule damals leitenden ökonomischen Deputation dieser Schule mit regem Eifer betheiligt. Seinem begeisterten Interesse für die Hebung der Blumistik und des Gartenbaues huldigte er durch seine Betheiligung an den früheren Ausstellungen und der Verwaltung des Instituts für Gartenbau bei der Polytechnischen Gesellschaft. Seit der Gründung des Physikalischen Vereins und des Geographischen Vereins während mehr als 50 Jahren war er thätiges Mitglied, bezw. Ehrenmitglied dieser wie der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft und suchte deren Bestrebungen durch eigene Forschungen und Beobachtungen, sowie durch seine Sammlungen von Mineralien und physikalischen Instrumenten bis in seine letzten Tage zu fördern.

an den wissenschaftlichen Bestrebungen in Frankfurt Jahrzehnte lang den regsten Antheil nahm, widmete sich mit Vorliebe der Physik und Meteorologie und wies dem Verein viele werthvolle Geschenke zu.

Zum Ehrenmitgliede wurde Herr Prof. Hugo Schiff in Florenz ernannt.

Hierauf ging der Vorsitzende zur Besprechung der financiellen Lage des Vereins über und theilte zunächst mit, dass das Vermögen des Vereins vom Jahre 1885 an, wo es circa *M.* 51,000 betragen habe, fortwährend gestiegen und heute auf circa *M.* 140,000 angewachsen sei, dass aber freilich auch das jährliche Budget durch die grösseren Ausgaben im neuen Vereinshause und durch die neu gegründete elektrotechnische Anstalt sehr angeschwollen sei und sich heute auf über *M.* 20,000 belaufe.

Die im letzten Jahresbericht abgedruckte Eingabe an den Herrn Minister hat zur grossen Freude des Vorstandes das Ergebniss gehabt, dass dem Verein für seine elektrotechnische Lehranstalt eine Staatsunterstützung von *M.* 2000 einstweilen für ein Jahr, hoffentlich aber für die Dauer, gewährt worden ist. Die städtische Subvention steht auch dieses Jahr mit dem Betrag von *M.* 3500 in den Einnahmen.

Nach Mittheilung des Revisionsprotokolls, wonach die Kassenrevisoren, Herr Direktor Jean Andreae und Herr J. B. Auffarth Alles in der Ordnung gefunden, wurde dem Vorstande Decharge ertheilt und der Voranschlag für das neue Jahr, welcher mit *M.* 20,800 saldirt, genehmigt.

Die Neuwahl für die aus dem Vorstande austretenden Herren Dr. Heinrich Rössler und Henri Milani fiel auf die Herren Dr. Theodor Petersen und Alfred von Neufville. Als Kassenrevisoren wurden gewählt die Herren Wilhelm Merton, Hermann Minjon und H. Friedmann.

Zum Schlusse theilte der Vorsitzende mit, dass am 24. April die Eröffnungsfeier der neuen elektrotechnischen Anstalt (worüber an anderer Stelle ausführlich berichtet ist) stattgefunden hat und dass sich die Anstalt schon im ersten Semester eines sehr lebhaften Besuches zu erfreuen hatte.

Mit einem von Seiten des Herrn Dr. med. Lorey dem Vorstande für seine Mühewaltung und von Herrn Dr. Petersen speciell dem Vorsitzenden des Vereins, Herrn Dr. Rössler, dem Vorsitzenden des elektrotechnischen Comités, Herrn E. Hartmann, sowie den anderen Mitgliedern des genannten Comités für die erfolgreiche Durchführung der elektrotechnischen Aufgabe dargebrachten Dank endigte die Versammlung.

Geschenke.

Bücher und Schriften
im Tauschverkehr.

Berlin. Königl. Preuss. Academie der Wissenschaften. — Berichte 1888 XXXVIII—LII, 1889 I—XXXVIII, und Inhaltsverzeichniss.

Berlin. Königl. Preuss. meteorologisches Institut. — Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1887. — Ergebnisse der Beobachtungen an den Regenstationen 1887.

Berlin. Deutsche Chemische Gesellschaft. — Berichte pro 1889.

Berlin. Berliner Zweigverein der deutschen meteorologischen Gesellschaft. — VI. Jahresbericht.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. — Mittheilungen 1888, No. 1195 bis 1214.

Bistritz in Siebenbürgen. Gewerbeschule. — XV. Jahresber. 1888/89.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. — Abhandlungen 1888, 10. Band, 3. Heft.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. — 66. Jahresbericht, 1888.

Brünn. Naturforschender Verein. — Verhandlungen 1887, 26. Band.

Brüssel. Académie royale des sciences. — Annuaire de l'observatoire royal de 1888—1889. — Memoires des membres Tome 47. Bull. de l'Academie, 3. Serie, tomes 14—17.

Budapest. Königl. Ungarische Academie der Wissenschaften. — Naturwissenschaftlich-mathematischer Anzeiger, VI, No. 2/3 bis 8/9, VII, No. 1—2/3. — Naturwissenschaftliche Abhandlungen, XVII, No. 6, XVIII, No. 1—5. — Dr. Fröhlich: Allgem. Theorie des Elektro-Dynamometers. — Mathemat. und Naturwissenschaftliche Mittheilungen, XXIII, No. 1—3. — Naturwissenschaftliche Berichte, VI. Band.

Bukarest. Institutului meteorologic al Roumanie, Annales 1887, Tome III.

Chemnitz. Königl. Sächs. meteorolog. Institut. — Jahrbuch 1887. Abtheilung 1—3.

Cordoba. Academia Nacional de ciencias. — Bulletin, Tome XI, Entrega 3.

Danzig. Naturforsch. Gesellschaft. — Schriften, 7. Bd., 2. Heft, 1889.

Dorpat. Kaiserlich Lievländische Societät. — Berichte der Regenstation für 1887.

Dresden. Naturwissenschaftl. Gesellschaft „Isis". — Sitzungs-Berichte, Januar bis Juni 1889.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. — Bericht. 73. Jahrg. 1888.

Erlangen. Physikalisch-medicinische Gesellschaft. — Sitzungs-Berichte 1889.

Frankfurt a. M. Senckenberg. Naturf. Gesellschaft. — Bericht 1889.

Frankfurt a. M. Handelskammer. — Bericht 1888.

Frankfurt a. M. Verein für Geschichte und Alterthumskunde. — Archiv f. Frankf. Gesch. und Alterthumsk., III. Folge, 2. Band. — Inventare des Frankf. Stadt-Archivs, 2. Band.

Frankfurt a. M. Dr. Senckenberg'sche Stiftung, 53./54. Nachricht.

Frankfurt a. d. O. Naturwissenschaftlicher Verein. — Monatliche Mittheilungen 1888/89, No. 10—12. 1889/90, No. 1—8.

Frankfurt a. d. O. Societatum litterae. — Verzeichniss von Publicationen, 1889, No. 1—10.

Freiburg i. Br. Naturforschende Gesellschaft. — Berichte, 1887, 3. und 4. Band.

St. Gallen. Naturforschende Gesellschaft. — Bericht 1886—87.

Genf. Société helvétique. — Archives des sciences physiques et natur. compte rendu 1888.

Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. — 26. Bericht.

Göttingen. Königl. Gesellschaft der Wissenschaften. — Nachrichten pro 1888, No. 1—7.

Graz. Naturwissenschaftl. Verein für Steiermark. — Jahrgang 1888.

Graz. Verein der Aerzte in Steiermark. — Mittheilungen 1888.

Greifswald. Naturwissenschaftlicher Verein von Neu-Vorpommern und Rügen. — Mittheilungen, 1888.

Halle. Kais. Leop. Carol. Academie. — Leopoldina, 1889, 25. Heft, No. 1—20.

Hamburg. Deutsche Seewarte. — Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im System der D. Seewarte für die Lustren 1876 bis 1880 und 1881—85, sowie das Decennium 1876—1885. — Ergebnisse der meteorol. Beobachtungen, 10. Jahrg., 1887. — Monatsberichte, November 1888 bis August 1889. — Archiv der D. Seewarte, 8.—11. Jahrg., 1885—88. — Ergebnisse der Wetterprognose 1888.

Hanau. Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde. — Bericht 1888/1889.

Harlem. Société hollandaise des sciences. — Archives, Tome XXIII, 2.—5. Lieferung.

Heidelberg. Naturhistorisch-medicin. Verein. — Verhandlungen, Neue Folge, 4. Band, 3. Heft.

Hermannstadt. Siebenbürgischer Verein für Naturkunde. — Verhandlungen, 39. Jahrgang.

Karlsruhe. Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogthum Baden. — Beiträge zur Hydrographie des Grossherzogth. Baden, 1.—6. Heft, 1884—88. — Atlas zum 3. Heft: Die Korrektion des Oberrheins v. d. Schweizer b. z. Grossherzogl. Hessischen Grenze. — Hydrograph. Uebersichtskarte zum 4. Heft: Die Flächeninhalte der Flussgebiete des Grossherzogth. Baden. — Karten zum 5. Heft: Der Binnenflussbau im Grossherz. Baden. — Jahresberichte des Centralb. f. Meteorol. u. Hydrographie im Grossherzogth. Baden. Ergebnisse der meteorol. Beobachtungen und der Wasserstandsaufzeichnungen am Rhein und seinen grösseren Nebenflüssen im Jahre 1884, 85, 86, 87 und 88.

Kassel. Verein für Naturkunde. — 24.—25. Bericht.

Kiel. Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein. — Schriften, 7. Band, 2. Heft, 1888 und 8. Band, 1. Heft, 1889.

Klausenburg. Siebenbürgischer Museums-Verein. — Bericht II., Heft 1 und 2, 1889.

Königsberg. Physikalisch-ökonomische Gesellschaft. — Schriften, 29. Jahrgang, 1888.

Leipzig. Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaft., math.-phys. Classe. — Berichte 1889, I.

Lüttich. Société géologique de Belgique. — Annales, Tome 13 pro 1887, Tomes 14 u. 15 pro 1888, Tome 26, 1 u. 2 pro 1889.

Manchester. Literary and Philosophical Society. — Proceedings, Vol. I—IV, 1887—88.

Mannheim. Verein für Naturkunde. — Jahresberichte, 1885—88.

Moskau. Société impériale des Naturalistes. — Bulletin No. 1—2, 1889. — Nouveaux memoires de la Soc. Imp. des Naturalistes 15. vol. 6. livr. 1889.

München. Königl. Bayerische Academie der Wissenschaften, math.-phys. Classe. — Bericht 1889, 1. und 2. Heft.

München. Königl. Bayerische meteorol. Centralstation. — Monatsberichte, 1888—89. — Beobachtungen über Gewitter in Bayern, Württemberg und Baden, 1888.

New-York. American geographic. Society. — Bullet. 1889, No. 1—3, Vol. XXI.

Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. — Jahresbericht 1888.

Odessa. Neurussische Naturforschende Gesellschaft. — Berichte, Tome IX, 1889.

Ohio. Meteorological Bureau. — Annual Report, Jan.—Nov. 1889.

Passau. Naturhistorischer Verein. — 15. Bericht, 1888—89.

St. Petersburg. Kaiserl. Academie der Wissenschaften. — Bull., Tome XXXII, No. 1—4.

Prag. Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. — Sitzungsberichte 1887—88, Mathemat. Classe, 1889.

Prag. Verein Casopis. — Bericht 1888, 18. Band, 1. bis 6. Heft, 1889, 19. Band, 1. Heft.

Prag. Kaiserl. Königl. Sternwarte. — Magnetische und meteorolog. Beobachtungen, 1888.

Prag. Chemische Gesellschaft. — Bericht 1889.

Rio de Janeiro. Observatoir Imperial. — Berichte, Januar bis November 1889.

Solothurn. Schweizerische Naturforschende Gesellschaft. — Jahresbericht 1887—88.

Thorn. Copernicus-Verein. — Mittheilungen, 6. Heft, 1887, 33. bis 35. Jahresbericht.

Wien. Kaiserl. Königl. Geologische Reichsanstalt. — Verhandlungen, No. 1—17, 1889.

Wien. Kaiserl. Königl. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. — Jahrbuch, Neue Folge, 24. Band, 1887.

Wien. Kaiserl. Academie der Wissenschaften. — Sitzungsberichte der mathemat.-naturwissenschaftlichen Classe. I. Abtheil., No. 6—10, 1888, II^a und II^b Abth., No. 8—10, 1888, III. Abth., No. 7 bis 10, 1888.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. — Jahrbuch 1889, 42. Jahrgang.

Würzburg. Physik.-medicin. Gesellschaft. — Bericht 1888.

Würzburg. Polytechnischer Central-Verein. — Jahresbericht 1889, Wochenschrift 1888.

Yokohama. Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Tokio. — Mittheilungen, 41. und 42. Heft, Suppl. Heft.

Zwickau. Verein für Naturkunde. — Jahresbericht 1888.

Apparate, Präparate.

1. *Für das physikalische Cabinet.*

Von Frau Dr. Häberlin: Eine Elektrisirmaschine nebst Zubehör.

2. *Für die elektrotechnische Abtheilung.*

Von Herren Pokorny & Wittekind in Bockenheim: Eine Nebenschlussmaschine (zur Verfügung gestellt).

Von Herren Garbe, Lahmeyer & Co. in Aachen: Eine Nebenschlussmaschine.

Von Herrn S. Schuckert in Nürnberg: Eine Compoundmaschine (zum Umschalten, für Lehrzwecke eingerichtet); eine Kriczek-Bogenlampe.

Von der Deutschen Gold- und Silberscheideanstalt dahier: Eine Gramme'sche Maschine.

Von Herrn Carl Gigot dahier: Acht Gassner-Elemente.

Von Herren Hartmann & Braun in Bockenheim: Zwei Pabst-Elemente und Bestandtheile von Elementen und Accumulatoren; Instrumententheile und zwei vollständige Telegraphenstationen.

Von Herren Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen: Winkelzellenbatterien nebst Theilen.

Von Herrn Jannet in Dresden: Eine Schefbauer-Bogenlampe.

Von Herren Gebrüder Naglo in Berlin: Eine Differenzialbogenlampe; Zusammenstellung von Materialien für den Leitungsbau.

Von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin: Eine Bogenlampe (System Pieper) und ein Glühlampensortiment; Kabelmuster; ein Edisonmeter.

Von der Actiengesellschaft vorm. Seel in Berlin: Ein Glühlampensortiment.

Von Herrn Direktor Uppenborn in Berlin: Verschiedene Glühlampen.

Von Herren Gebrüder Schmelzer in Nürnberg: Lampenkohlen.

Von Herren Gebrüder Naglo in Berlin: Zusammenstellung von Leitungs- und Isolirmaterial, Schaltern u. s. w.

Von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin: Kabelproben.

Von Herren F. A. Hesse Söhne in Heddernheim: Kabelmuster; ein Universalgalvanometer nebst Zusatzwiderständen.

Von Herren Staudt & Voigt dahier: Zusammenstellung von Sicherungen, Ausschaltern, Lampenfassungen.

Von Herren Siemens & Halske in Berlin: Ein Torsionsgalvanometer nebst Vorschaltwiderstand und Nebenschlüssen; ein Elektrodynamometer, Spiegelgalvanometer, Dekadenwiderstand.

Von Herrn C. Theodor Wagner in Wiesbaden: Eine elektrische Uhr nebst sympathischem Werk.

Von Herrn W. Kücke in Elberfeld: Ein Montagebesteck; eine Froschklammer.

Von Herrn A. Berghausen in Elberfeld: Ein Polsucher.

3. *Für das chemische Laboratorium.*

Von der Farbenfabrik vorm. Friedr. Bayer & Co. in Elberfeld: Eine Sammlung von Theerfarben nebst Farbenmustern.

Von den Farbwerken vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst: Desgleichen.

Von der Actiengesellschaft für Anilinfarben-Fabrikation in Rummelsburg: Desgleichen.

Von der Farbenfabrik Leopold Cassella & Co. dahier: Eine Collection Theerfarben.

Von Herrn E. Sack dahier: Ein Kohlensäurebestimmungsapparat.

Von Herrn Senator Kessler dahier: Eine analytische Waage nebst Gewichten.

Anschaffungen.

Bücher, Zeitschriften.

(Fortsetzungen.)

1) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Leipzig.
2) Liebig's Annalen der Chemie. Leipzig und Heidelberg.
3) Dingler's Polytechnisches Journal. Stuttgart.
4) Journal für praktische Chemie. Leipzig.
5) Chemisches Centralblatt. Leipzig.
6) Zeitschrift für analytische Chemie. Wiesbaden.
7) Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Giessen.
8) Jahresbericht über die Fortschritte der Physik. Berlin.
9) Astronomisches Jahrbuch. Berlin.
10) Astronomische Nachrichten. Altona.
11) Zeitschrift für Mathematik und Physik. Leipzig.
12) Zeitschrift für Instrumentenkunde. Berlin.
13) Elektrotechnische Zeitschrift. Berlin.
14) Centralblatt für Elektrotechnik. München.
15) Archiv der Pharmacie. Halle a. S.
16) Polytechnisches Notizblatt. Frankfurt a. M.
17) Die chemische Industrie. Berlin.
18) Deutsche Industriezeitung. Chemnitz.
19) Der Techniker. New-York.

Ausserdem:

Wagner's Jahresberichte über die Fortschritte der chemischen Technologie (complet).

Apparate.

1. Für das physikalische Cabinet.

1) Ein Induktionsapparat von Lewandowski.
2) Ein Alarm-Detektor.
3) Ein Apparat um nachzuweissen, dass die Elektrizität sich nur auf der Oberfläche der Körper befindet.

2. *Für die elektrotechnische Abtheilung.*

1) Vier technische Rheostaten.
2) Eine einfache Messbrücke.
3) Eine Universalmessbrücke.
4) Zwei Blitzableiter-Prüfungsapparate.
5) Ein Isolationsprüfer.
6) Zwei Präzisionsrheostaten.
7) Ein Mikrorheometer.
8) Eine Präzisionsmessbrücke.
9) Ein Shunt für 50 Ampère.
10) Ein Normalwiderstand zur Abnahme von Spannungsdifferenzen.
11) Ein d'Arsonval'sches Galvanometer.
12) Ein Differenzialgalvanometer.
13) Ein Taschenspiegelgalvanometer.
14) Ein einfaches Ampèremeter.
15) Zwei einfache Voltameter.
16) Ein Silbervoltameter.
17) Ein Kupfervoltameter.
18) Ein Wasservoltameter.
19) Ein aperiodisches Spiegelgalvanometer.
20) Ein Spiegelgalvanometer.
21) Drei Ableserohre nebst Skalen.
22) Eine Photometerbank nebst Apparaten.
23) Ein Gasmotor.
24) Eine Akkumulatorenbatterie von 72 Zellen, nebst Schaltvorrichtungen und Messinstrumenten.
25) Elemente, Umschalter, Tourenzähler, Aräometer, Thermometer u. dgl.

3. *Für das chemische Laboratorium.*

1) Ein Satz Geissler'scher Normalthermometer.
2) Ein Apparat zum Ueberhitzen von Wasserdampf.
3) Ein kupferner Autoclav.
4) Eine Munke'sche Saug- und Druckpumpe.
5) Eine Gebläselampe.
6) Schränke für die Sammlungen.
7) Eine analytische Waage.

4. *Für die meteorologische Station.*

1) Ein Six'scher Thermograph mit Magnet (für den Feldberg).
2) Ein gewöhnliches Thermometer.

Uebersicht der Einnahmen und Ausgaben.

1888—1889.

	M.	Pf.	M.	Pf.
A. Einnahmen.				
Saldo	5216	05		
Beiträge von Mitgliedern	6840	—		
Praktikanten-Beiträge	3950	—		
Aus dem W. Rieger'schen Beitragsfond ($^4/_5$ des Zinseneinganges)	339	92		
Subventions-Conto	4500	—		
Wetterprognose-Conto	658	—		
Zinsen	1084	89		
Eintrittskarten-Conto	645	—		
Miethertrăgnisse	265	—		
Geschenke für den Baufond	100	—		
Geschenke für die elektrotechnische Lehranstalt	16300	—	39898	86
B. Ausgaben.				
Für Gehalte	8959	—		
„ Bestimmung der mittleren Zeit	300	—		
„ die Bibliothek	1412	78		
„ Beleuchtung	1248	17		
„ Heizung	606	95		
„ Unkosten	3432	89		
„ Bedarf des physikalischen Cabinets	13153	21		
„ „ des chem. Laboratoriums	822	22		
„ das chemische Laboratorium (Bedienungs-Conto)	2108	18		
„ das physikal. Cabinet (Bedienungs-Conto)	318	78		
„ Pension an Frau Professor Böttger	600	—		
„ Hypotheken-Zinsen	744	35		
„ Dr. Senckenberg'sche Stiftungs-Administr. Kapitalrückvergütung	255	65		
„ Jahresbericht-Conto	1377	20		
Saldo	4559	48	39898	86

Die neue elektrotechnische Lehr- und Untersuchungs-Anstalt.

Eröffnungsfeier.

Am 24. April 1889, Vormittags 11 Uhr, wurde die neue elektrotechnische Anstalt des Physikalischen Vereins in Gegenwart von Mitgliedern der staatlichen und städtischen Behörden und zahlreicher Freunde und Mitglieder des Vereins feierlich eröffnet.

Der Vorsitzende des Vereins, Herr Dr. H. Rössler, begrüsste die Erschienenen und hielt folgende Ansprache:

Kaum ist die Frist eines Jahres verflossen, seit der Physikalische Verein sein neues Heim bezogen hat.

Der Vorstand ist seitdem seiner Verpflichtung eingedenk gewesen, die schönen Räume, welche ihm hauptsächlich durch die Güte grossmüthiger Freunde zur Verfügung stehen, auch ganz für die Wissenschaft nutzbar zu machen und hat sich der vielfach in Vereinskreisen geäusserten Klagen erinnert, dass die Chemie in den letzten Jahren einseitig begünstigt, der andere Zweig der exakten Naturwissenschaften, die Physik aber allzusehr zurückgetreten sei.

Wenn wir nun hier das Versäumte wieder gut machen wollten, so waren wir uns von vornherein klar, dass wir hierbei nicht allein die reine Wissenschaft, sondern auch das gewerbliche Leben im Auge haben müssten und wir sind darin nur dem Geiste unserer Zeit gefolgt, welche durch Nichts mehr charakterisirt wird, als durch das Zusammenwirken von Wissenschaft und Industrie.

Unsere Gelehrten von heute sind andere, als die früherer Zeiten, sie sind nicht nur für die Studirstube da, sondern sie finden ihre Freude auch am Schaffen für das praktische Leben. Und unsere Techniker wiederum sind mehr wissenschaftlich gebildet als früher, und mancher von ihnen könnte wohl einen Lehrstuhl auf der Hochschule einnehmen. Ist doch ein guter Theil von dem Vorsprung, den wir Deutsche heute in manchem Zweig der Technik vor anderen Nationen errungen haben, auf dieses glückliche Zusammenwirken zu rechnen.

Suchten wir nun nach einem Felde, um in diesem Sinne zu wirken, so bot sich als zu cultivirendes Feld von selbst die Elektrotechnik dar, jene jüngste, aber auch am meisten aufstrebende physikalische Wissenschaft, welche in so kurzer Zeit schon eine so durchschlagende Bedeutung für unser gesammtes Culturleben gewonnen hat und in der nächsten Zeit gewiss noch viel mehr gewinnen wird.

Wir haben uns desshalb entschlossen, eine elektrotechnische Lehr- und Untersuchungs-Anstalt zu gründen und den Schwerpunkt gerade auf die Lehranstalt zu legen. Dabei konnten wir jedoch nicht im Zweifel sein, dass es sich nicht um Ausbildung von Ingenieuren handeln könne, denn hierzu würden uns die Mittel gefehlt haben, und hierzu liegt auch gar kein Bedürfniss vor, da die technischen Hochschulen genug Gelegenheit bieten. Wohl aber musste uns der Gedanke kommen, Handwerkern, Monteuren und Werkmeistern Gelegenheit zu theoretischer Ausbildung zu geben und auch hier, glaube ich, sind wir dem Geiste unserer Zeit gefolgt, denn Alles strebt darnach, die Bildung in weiteren Kreisen, in tieferen Schichten zu verbreiten und gerade darauf beruhen ja die beispiellosen Erfolge, welche unsere Industrie und speciell die Elektrotechnik in so unglaublich kurzer Zeit errungen hat.

Auch unsere städtischen Behörden haben die Nothwendigkeit erkannt, die weitere Ausbildung der Handwerker durch eigenes Eingreifen und Errichtung von gewerblichen Fachschulen zu befördern, weil sie wissen, dass davon die ganze Zukunft des Handwerks abhängt. Was wir hier bearbeiten wollen, ist ein besonderer Theil dieses grossen Feldes, für welches wir geeignete Kräfte besitzen und für dessen Pflege die Stadt selbst uns gewiss dankbar sein wird. Nach übereinstimmender Ansicht aller Fachmänner herrscht für ein derartiges Institut zur Ausbildung von Werkführern und Monteuren der Elektrotechnik ein dringendes Bedürfniss, was uns ja auch durch die grosse Theilnahme der Fachpresse und durch die zahlreichen Anmeldungen von Schülern bestätigt worden ist. Die Arbeiter sollen so viel theoretische Kenntnisse bekommen, dass sie ihre Messinstrumente, Maschinen und Apparate beurtheilen und sachgemäss behandeln können und sich klar werden über das, was sie in ihrem Beruf arbeiten. Sie werden dann eine weit höhere Leistungsfähigkeit bekommen. Daneben sollen in der Untersuchungs-Anstalt ebensowohl wissenschaftliche Aufgaben verfolgt, als praktische Messungen und Aichungen ausgeführt werden. Ausserdem liegt es im Plane, auch das elektrochemische Gebiet, welches in neuerer Zeit für die chemische Industrie immer grösseres Interesse bekommt, zu bearbeiten.

Dass wir schon heute in der Lage sind, die Schule zu eröffnen, das verdanken wir in erster Linie der aufopfernden Thätigkeit unseres elektrotechnischen Comité's, welches mit grösster Ausdauer die umfangreiche Arbeit bewältigt und die zahlreichen Schwierigkeiten, welche sich

der Ausführung entgegen stellten, überwunden hat. Ich fühle mich gedrungen, diesen Herren hier den wärmsten Dank des Vereins auszusprechen; ganz besonders aber sind wir Denjenigen verpflichtet, welche sich aus Liebe zur Sache bereit gefunden haben, selbst einzelne Fachcollegien zu übernehmen.

Ferner habe ich zu danken den Freunden und Gönnern, welche in hochherziger Weise dem Verein die Mittel zur Anschaffung der nothwendigen, so kostspieligen Apparate und Instrumente zur Verfügung gestellt haben. Ohne ihre Güte wäre es uns kaum möglich geworden, das Vorhaben auszuführen, ebensowenig wie ohne die zahlreichen werthvollen Geschenke an Apparaten und Instrumenten, welche wir der Güte einer ganzen Anzahl von elektrotechnischen Firmen verdanken, die dadurch in glänzender Weise das grosse Interesse kund gegeben, welches sie an unserem Institut nehmen.

Die zu dieser Eröffnung Erschienenen begrüsse ich freundlichst und heisse die Schüler, welche aus allen Theilen des Vaterlandes herbeigeströmt sind, herzlich willkommen. Möge die Anstalt der Wissenschaft und dem Gewerbestand zum Nutzen und unserer lieben Vaterstadt zur Ehre gereichen.

Hierauf hielt Herr Eugen Hartmann folgende Festrede:

Hochansehnliche Versammlung!

Ein freundlicher Zufall ist's, dass wir mit der Eröffnung der elektrotechnischen Lehranstalt des Physikalischen Vereins die Centenar-Feier des Geburtstages eines deutschen Gelehrten begehen können, dessen Name heute Jeder, der mit der Elektrotechnik in Berührung kommt, tagtäglich im Munde führt. Vor wenigen Wochen, am 16. März, waren es hundert Jahre, seit Georg Simon Ohm zu Erlangen von den Strahlen der Welt begrüsst wurde. Die Verbreitung des von ihm entdeckten Gesetzes ist die vornehmste Aufgabe, ja der eigentliche Zweck unserer elektrotechnischen Lehranstalt, denn das Ohm'sche Gesetz ist das Grundgesetz der Elektrotechnik, ohne dessen Kenntniss Jeder, der sich in irgend einer Weise mit der Anwendung der Elektrizität beschäftigt, nur im Dunkeln umhertastet, während mit Hilfe dieses Gesetzes sich die günstigsten Verhältnisse für den einfachsten elektrischen Apparat, wie für das ausgedehnteste, vielverzweigte Leitungsnetz berechnen und feststellen lassen. All' die grossartigen Errungenschaften auf dem Gebiete der Elektrotechnik, vor welcher wir heute bewundernd stehen, sind aufgebaut auf den Grundpfeilern des Ohm'schen Gesetzes. Unvergänglicher als ein Denkmal in Erz, das ihm in München errichtet werden soll, wo er zuletzt als Universitäts-Professor wirkte, ist die Ehrung, welche ihm der internationale Elektriker-Kongress zu Paris im Jahre 1881 in richtiger Würdigung der Bedeutung seiner Entdeckung zu Theil werden liess, indem er die Maasseinheit des elektrischen Leitungs-Widerstandes mit dem Namen

„Ohm“ bezeichnete. Mögen „alle, die in der Ehrung bedeutender Leistungen, durch welche die geistige und materielle Entwickelung der Menschheit gefördert wurde, eine Pflicht der Nationen erblicken“, zur Errichtung eines, des grossen deutschen Physikers, wie der Universitäts- und Kunststadt an der Isar würdigen Denkmals das ihrige beizutragen, der Physikalische Verein zu Frankfurt a. M., als kleines Glied der deutschen Nation in ihren wissenschaftlichen Bestrebungen, ist glücklich, den hundertjährigen Geburtstag Ohm's durch die heutige festliche Sitzung feiern zu können!

Aber, meine hochverehrten Herren, noch eine andere wichtige Säkularfeier begehen wir heute, denn im Jahre 1789, nachdem man bis dahin nur von den Erscheinungen der durch Reibung erzeugten Elektrizität wusste, zu deren Kenntniss namentlich Otto von Guericke, Benjamin Franklin und Coulomb beigetragen hatten, entdeckte der Bologneser Physiologe Galvani eine neue Elektrizitätsquelle, von der die fernere Entwickelung der Elektrizitätslehre ihren Ausgang nahm und zu der jetzigen Höhe geführt wurde, durch die unermüdlichen Versuche eines Volta, dem wir die Contacttheorie verdanken, durch die Erklärung der elektrochemischen Wirkungen und die grossartigen Experimente eines Davy, des geistigen Schöpfers unseres heutigen Bogenlichts, durch Oersteds Entdeckung der Ablenkung der Magnetnadel durch einen benachbarten Strom, durch den nur sieben Tage später erfolgten Nachweis Ampère's, der gegenseitigen Wirkung zweier galvanischen Stromtheile aufeinander, durch Arago's Auffindung der magnetischen Eigenschaft des Stroms und seiner Fähigkeit, Eisen magnetisch zu machen, durch die folgenschwere Entdeckung der Magnetinduktion von Faraday und dessen grundlegendem Gesetz der elektrochemischen Zersetzung, und durch die Forschungen einer Reihe anderer Physiker, deren Namen für alle Zukunft in der Geschichte der Elektrizität glänzen werden.

Und eben diese nämliche kleine Quelle, welche die von Galvani präparirten Froschschenkel in Zuckungen versetzte, erweiterte sich zu dem Strom, der das Feld der Elektrotechnik so fruchtbar gestaltete, durch die genialen Erfindungen von Wilhelm Weber und Gauss, Steinheil, Morse, Wheatstone, welchen wir die weltenumspannende Telegraphie verdanken, durch die praktische Nutzbarmachung der Elektrolyse von Jacobi, durch das berühmte Dynamoprinzip von Siemens, durch Bell's Telephon in seiner verblüffenden Einfachheit, durch Edison's lichtspendenden Kohlenfaden im luftverdünnten Raume. Also feiern wir heute den hundertjährigen Geburtstag der Elektrotechnik!

Wenn wir hier in Frankfurt an die historische Entwickelung der angewandten Elektrizitätslehre erinnern, so dürfen wir die Namen zweier Männer nicht unerwähnt lassen, welche unauslöschlich und in bedeutsamer Weise auf ihren Tafeln eingegraben sind, wie sie auch

mit der Geschichte Frankfurts und unseres Physikalischen Vereins unlöslich verknüpft sind. Der berühmte Arzt und Physiologe Samuel Thomas Sömmering, der hier im Anfange unseres Jahrhunderts gelebt hat und dessen Nachkommen wir heute noch zu unseren Mitbürgern zählen, erfand am 8. Juli 1809 zu München den ersten elektrischen Telegraphen, wobei er die Wasserzersetzung durch den elektrischen Strom zur Zeichengebung benutzte. Der von ihm ersonnene Apparat, heute noch im Besitz der Familie, für weitere Zeiten als kostbares Erbstück der hiesigen wissenschaftlichen Gesellschaft zugedacht, prangt hier zur Erinnerung an den geistvollen Erfinder auf dem Tische unseres Hauses. Wenn auch Sömmering nicht mehr erleben durfte, die Erde mit einem Netz von Drähten umspannt zu sehen, wenn sich auch der allgemeinen Einführung seiner Erfindung, welche der grosse Napoleon verächtlich: „une idée germanique" nannte, beträchtliche Schwierigkeiten entgegensetzten, und wenn es auch volle 24 Jahre gedauert hat, bis der Gedanke der elektrischen Telegraphie auch praktisch durchgeführt wurde, so hat doch Sömmering mit geistigem Auge schon die Leitungen von Strassburg nach Paris und unter dem Meere über den Canal gezogen gesehen.

Mit gleicher Pietät, mit derselben Bewunderung seines vorausschauenden Geistes gedenken wir des Friedrichsdorfer Schullehrers Philipp Reis, der am 16. Oktober 1861 durch die Vorführung des von ihm im Jahre 1860 erfundenen, hier vor Ihnen stehenden Telephons die Zuhörer im alten Hörsaale unseres Physikalischen Vereins begeisterte. Von schwankender Gesundheit und mittellos und — ich muss es mit Wehmuth sagen — von den damals maassgebenden gelehrten Physikern nicht als einer der ihrigen anerkannt, hatte auch er nicht mehr die Genugthuung, die durch seine Anregung von Anderen erreichten Erfolge mit zu erleben, nicht mehr das Glück, die Netzwerke, die jetzt unsere Städte überspannen, als Zeugen seiner, ihm nun unbestritten zuerkannten Erfindung zu schauen, nicht mehr den Genuss, die Stimme eines fernen lieben Bekannten über Berg und Thal hinüber zu vernehmen.

Nicht ohne Rührung können wir hier diese beiden stummen, in ihrer mechanischen und elektrischen Thätigkeit aber doch so beredten Zeugen ursprünglichen Erfindungsgeistes betrachten, aber auch mit stolzem Gefühle dürfen wir Frankfurter, insbesondere wir Mitglieder und Sie, hochverehrte Gäste, auch Ihr, Schüler der elektrotechnischen Lehranstalt des Physikalischen Vereins, an die mächtige Entwickelung der Telegraphie und Telephonie denken.

Noch eins, meine hochverehrten Herren, wenn wir heute an die Männer erinnern, die mit der Elektrotechnik in enger Verbindung stehen und welche grösstentheils ihre irdische Laufbahn vollendet haben, so dürfen wir nicht vergessen, ganz besonders eines noch

lebenden Physikers zu gedenken, eines Zeitgenossen all' der genannten grossen Männer, an dem Ausbau der Elektrizitätslehre in ganz hervorragender Weise selbst betheiligt und desshalb auch schon kurz von mir erwähnt; ich meine Wilhelm v. Weber, der Erfinder des ersten, auf Magnet-Induktion beruhenden Telegraphen, der neuen Anstoss zur Entwickelung der elektrischen Telegraphie gab, der Begründer des absoluten Maasssystems. Es liegt mir, der ich, wie noch Andere unter uns, als einer seiner letzten Schüler zu seinen Füssen zu sitzen, das unschätzbare Glück geniessen durfte, besonders am Herzen, ihm, unserem ältesten Ehrenmitgliede, von dieser Stätte aus unseren Gruss zu entbieten. Im 87. Lebensjahre stehend, ausgezeichnet durch alle Ehrentitel der Wissenschaften und des Königreichs, nimmt er noch regen Antheil an den Fortschritten der Physik und physikalischen Technik.

Meine hochverehrten Herren! Um Ihnen die Zweckmässigkeit einer elektrotechnischen Lehranstalt in den vom Physikalischen Verein bestimmten Zielen darzulegen, lassen Sie mich kurz die Anwendungen der Elektrizität im öffentlichen Leben vorüberführen. Am meisten dienstbar wurde sie uns in der Telegraphie; ohne diese wäre unser Verkehrsleben nicht zu der heutigen Bedeutung gekommen, denn nicht bloss als Nachrichten-Vermittlerin für das private und geschäftliche Leben wirkt sie hier, sie allein macht es möglich, dass wir die Dampfkraft auf den Schienen mit Sicherheit ausnützen können. Die Möglichkeit, jeden Augenblick zu erfahren, wo und auf welchem Geleise sich ein Eisenbahnzug befindet, die selbstthätige Schliessung von Barrièren, das automatische Ablenken eines Zuges von einem unfreien Geleise, die Controle über die zulässige Zugsgeschwindigkeit, kurz das ganze Eisenbahnsignalwesen bildet für sich einen wichtigen Zweig der Telegraphie. Von welch' kultureller Bedeutung ist der Zeitungstelegraph, der uns z. B. heute Abend die Verhandlungen der Volksvertreter lesbar macht, die wenige Stunden zuvor erst gepflogen wurden, wie zweckmässig der Wettertelegraph, der täglich Temperatur, Luftdruck, Windrichtung und -Stärke aus allen Gauen eines ganzen Erdtheils sammelt und nach kürzester Zeit die muthmasslichen Veränderungen für jede Gegend wieder in alle Gaue entsendet. Nicht minder wichtig ist die Anwendung der Telegraphie oder wenigstens der Zeichengebung auf kleinere Entfernungen innerhalb der Städtegebiete, z. B. der Feuertelegraph, der Wasserstandsanzeiger am Hochreservoir nach der fernen Pumpstation, ja auf noch viel engeren Gebieten innerhalb der industriellen Etablissements in seiner Eigenschaft als Feuermelder, oder als Temperaturmesser in Brauereien und in Gewächshäusern, dort um das Malz vor dem Verbrennen, hier um die zarte Pflanze vor dem Erfrieren zu schützen; und wo sehen wir heute ein neues Haus gebaut, in welchem der Schlosser nach altem Brauch über Ecken und Winkel seine Glockenzüge legt? Der

dünne, umsponnene Kupferdraht ist rascher festgemacht und es gibt kein Rütteln und Schütteln, um die Hausglocke zum Tönen zu bringen, ein leichter Druck genügt und die geheimnissvolle Kraft öffnet im selbigen Moment die fest verschlossene Thüre. Und dort im Bankhaus wieder kann kein Schloss, keine Thüre, kein Fenster geöffnet werden, ohne dass die allarmirende Glocke den unberechtigten Eindringling verräth.

Auf fast allen diesen Gebieten ist die Telegraphie unterstützt durch die Telephonie und während man auf der einen Seite bestrebt ist, die Uebertragung der Sprache auf immer grössere Entfernungen zu ermöglichen, so werden andererseits heute schon Hotels mit mehreren hundert Räumen mit Fernsprechern versehen, um von jedem Zimmer aus die Befehle geben zu können. In nicht allzuferner Zeit – der Anfang ist schon gemacht — da werden alle Uhren der Stadt von einer einzigen astronomisch controllirten Normaluhr aus telegraphisch betrieben und es steht zu erwarten, dass die Bewohner, welche am Fernsprechnetz angeschlossen sind, in ihren Wohnräumen eine einheitliche Zeitangabe haben werden.

Die Anwendung der Elektrizität in der Heilkunde, vor wenigen Jahren noch von manchem Gelehrten missachtet, wird immer mehr und mehr beachtet, sei es nun durch die direkte Einwirkung des Stromes in seinen verschiedenen Formen und messbaren Quantitäten auf den Organismus, oder zur Beleuchtung von Körperhöhlen mittels kleiner Glühlämpchen, oder endlich zu operativen Eingriffen mittels des durch den elektrischen Strom zum Glühen gebrachten Platindrahts.

Von eminenter Bedeutung wurden die elektrolytischen Wirkungen des galvanischen Stroms nicht blos in zahlreichen kleinen und grösseren Betrieben zur Vergoldung, Versilberung und besonders zur Vernickelung, welch letztere durch die schützende Eigenschaft gegen die Oxydation in allen Metallgewerben zur allgemeinen Anwendung kommt, sondern auch in ausgedehnter Weise in der Typographie zur Vervielfältigung von Holzschnitten, ferner im Kunstgewerbe zur Nachbildung von plastischen Werken. Die grossartigste Anwendung fand die Elektrolyse bei der Reingewinnung von Metallen, besonders des Kupfers und in neuerer Zeit zur Darstellung des Aluminiums im Grossen. Und wie viel werden wir noch von der Elektrochemie zu erwarten haben!

Welche Gebiete sich die Anwendung starker und hochgespannter Ströme noch erobern wird, ist nicht zu überschauen. Ganz abgesehen von der elektrischen Beleuchtung in ihren verschiedenen Formen, liegt in der elektrischen Kraftübertragung für motorische Zwecke und in der Umsetzung eines und desselben elektrischen Stroms in mechanische Arbeit der verschiedensten Art, vermöge seiner Theilbarkeit ein ungeheures Feld zu nützbringender Bearbeitung. Elektrisches Löthen und Schweissen, worüber gegenwärtig mit grossen Kapitalien die

theilweise schon wohlgelungenen Versuche gemacht werden, das elektrische Bleichverfahren, das in Frankreich bereits in ausgedehnten Betrieben benutzt wird, die elektrische Scheidung chemischer Verbindungen und hundert andere nützliche Anwendungen der unsichtbaren Kraft lassen eine nicht allzukühne Phantasie schon heute die Herrschaft des elektrischen Stroms über alle andere Kräfte ahnen.

Zur Vervollkommnung der bestehenden Nutzanwendungen, von welchen es nur die Telegraphie zu einem scheinbar wenig verbesserungsfähigen Zustande gebracht hat, — steht doch heute nichts mehr im Wege, die eigenen Schriftzüge, ja ganze Zeichnungen in facsimile zu telegraphiren — zur Ausarbeitung und Einführung der neuen, noch zu erwartenden Verwerthungen des elektrischen Stroms für das praktische Leben bedarf es noch einer grossen Anzahl intelligenter, nicht bloss mit manueller Geschicklichkeit ausgerüsteter, sondern auch mit theoretischem Verständniss versehener Arbeitskräfte.

Zahlreiche Theile, Apparate und Hantierungen, die zur Nutzbarmachung der Elektrizität für die verschiedenen Zwecke nothwendig sind, verbleiben am besten dem Handwerk, namentlich wenn es sich um die Anpassung an lokale Verhältnisse handelt; vieles, das meiste aber muss im Interesse der Verallgemeinerung dem industriellen Grossbetriebe zufallen; in beiden Fällen sind gebildetere Leute nothwendig, wenn die Arbeit rationell betrieben und flott von Statten gehen soll; hier das vermittelnde Glied zwischen dem construirenden Techniker und dem gewöhnlichen, mechanisch ausführenden Arbeiter, dort der selbstständig denkende und mit Ueberlegung handelnde Handwerker.

An einer Schule zur Ausbildung solcher Kräfte für die Elektrotechnik hat es bislang gefehlt. Manche, die das Bestreben hatten, sich die nöthigen theoretischen Kenntnisse anzueignen, besuchten als Hospitanten die technische Hochschule, ohne die für den dortigen Unterricht nöthigen Vorkenntnisse zu besitzen, überluden ihren Geist mit unverdauten Theorien, vergeudeten ihre kostbare Zeit und eigneten sich nicht selten einen Dünkel an, der schlecht zu den nur halb erworbenen Kenntnissen steht. Andere suchten an den technischen Mittelschulen ihre elektrotechnischen Studien zu machen, von welchen jedoch die wenigsten heute schon mit einem genügenden elektrotechnischen Apparat ausgerüstet sein dürften.

Der Gedanke, eine elektrotechnische Fachschule zu gründen, wurde daher von der Tagespresse, wie von den elektrotechnischen Zeitschriften, namentlich aber von den Industriellen lebhaft begrüsst und der Gesammtvorstand des Physikalischen Vereins gab in seiner Sitzung vom 11. April 1888 seine Zustimmung, eine solche Lehranstalt, freilich mit Rücksicht auf die sehr bescheidenen, damals zur Verfügung stehenden Mittel, auch in vorsichtiger Weise zu errichten.

Die Organisation dieser Lehranstalt wurde von einer vom Vor-

stande berufenen, aus den Herren Professor Krebs, Dr. May, Ingenieur Schiele, Kaufmann Theodor Trier, Ingenieur Voigt und meiner Wenigkeit zusammengesetzten Commission, nach einem rohen, an einem früheren Samstags-Vortragsabend entwickelten Plane in 24 Sitzungen durchberathen. Die Einrichtungsarbeiten gingen leicht von Statten, denn man konnte hierfür die maschinellen Anordnungen und die Ausstattung der Laboratorien unserer technischen Hochschulen und einiger industrieller Etablissements wenigstens einigermaassen zum Muster nehmen. Viel schwieriger gestaltete sich die Feststellung des Lehrplans, für welche wir ohne jedes Vorbild ganz auf unser eigenes Schaffen angewiesen waren und wenn die Mitglieder der elektrotechnischen Commission, die theilweise mitten in der praktischen Elektrotechnik stehen, auch wohl zu beurtheilen in der Lage waren, welche Kenntnisse für die zu bildenden Handwerker nothwendig sind, so wuchsen doch die Schwierigkeiten im Verhältniss zu den Rücksichten auf die ungleiche Vorbildung, welche wir bei unseren Schülern zu erwarten haben und nicht minder durch die Erwägungen, welche eine nur halbjährige Dauer eines Lehrkursus als wünschenswerth und zweckmässig erscheinen liessen. Der Schwerpunkt wurde desshalb auf die praktischen Uebungen im Laboratorium, insbesondere auf elektrische Messungen gelegt, welche wöchentlich 12 Stunden einnehmen, wobei der Lehrer am leichtesten den individuellen Anlagen der Schüler Rechnung tragen kann. Die kurze Dauer des Lehrkursus macht es natürlich nothwendig, dass mit diesen Uebungen, obwohl sie bereits physikalische Kenntnisse voraussetzen, doch gleichzeitig mit dem Unterricht in der Physik und in der technischen Anwendung der verschiedenen physikalischen Disziplinen begonnen wird. Dass ein Unterricht solcher Art erspriesslich sein kann, daran ist nicht zu zweifeln, namentlich wenn jedes einzelne der scheinbar von einander abhängigen Fächer zu einem abgerundeten Ganzen gestaltet wird, auf die Gefahr hin, — übrigens eine Gefahr, die gleichzeitig recht vortheilhaft sein kann — dass sich ein und dieselbe Lehre in verschiedenen Fächern wiederholt. Unsere Lehrkräfte bürgen uns dafür, dass der Unterricht in diesem Sinne ertheilt und von Erfolg begleitet sein wird.

Die Vorträge über ausgewählte Kapitel aus der Physik und zwar in diesem Semester über Heizung und Beleuchtung, welche gleichzeitig die bisher üblichen Schülervorträge bilden, wird unser Docent der Physik, Herr Professor Dr. Krebs, halten, in dessen Hände auch die Leitung der elektrotechnischen Lehranstalt gelegt ist. In dem Elektrotechniker, Herrn Dr. Epstein aus Leipzig haben wir eine jüngere Lehrkraft gewonnen, welche unsere Bestrebungen, tüchtige Elektromechaniker auszubilden, wie wir nach seiner uns bereits gewidmeten Thätigkeit heute schon sagen können, mit vollem Verständniss erfasst hat. Ihm fällt der Unterricht über allgemeine Physik, all-

gemeine Elektrotechnik und Dynamomaschinenkunde zu, sowie die Leitung der Uebungen im elektrotechnischen Laboratorium. Ueber die elektrische Beleuchtungstechnik, ein besonders wichtiges, noch nicht sehr ausgebautes Feld, wird Herr Dr. May seine Erfahrungen auf diesem Gebiete den Schülern zu Theil werden lassen und mit der gütigen Genehmigung der städtischen Behörde unserer Nachbarstadt Offenbach fügt Herr Ingenieur Brockmann, ein wohlbekannter Lehrer der dortigen Kunst- und Gewerbeschule, die Motorenkunde in den Rahmen der Elektrotechnik. Ueber elektrisches Signalwesen wird der Telegraphen-Inspektor der diesseitigen Eisenbahn-Direktion, Herr Löbbecke, Erfinder eines vielfach angewendeten Blocksystems, einige Vorträge halten und die kaiserliche Oberpostdirektion würdigte die Zwecke unseres Instituts, indem sie uns einen ihrer fähigsten Beamten, Herrn Telegraphen-Cassier Ehricke zur Abhaltung des Unterrichts über Telegraphie und Telephonie überwiesen hat. Herr Dr. Bruger wird über Elemente und Akkumulatoren lesen, welch' letztere immer grössere Anwendung finden. Und ich selbst will den Versuch wagen, die Schüler an den Erfahrungen meiner Berufsthätigkeit durch Abhaltung eines, selbst an Hochschulen noch nicht eingeführten Unterrichts über Instrumentenkunde zu betheiligen. Die einzelnen Vorlesungen können auch von Hospitanten, sowie von den sich hierfür interessirenden Mitgliedern unseres Vereins gehört werden.

Zu diesen zehn obligatorischen Fächern gesellen sich noch einige Nebenfächer, besonders der chemische Unterricht unseres Docenten Herrn Dr. Lepsius und der Zeichenunterricht, den wir leider vorläufig nicht als Hauptfach behandeln können; wir müssen vielmehr dankbar sein, dass der Verein für Volksbildung in entgegenkommender Weise unseren Schülern hierzu Gelegenheit bietet.

Obgleich wir glauben, mit der Aufstellung dieses Lehrplans das zu erreichen, was unter den obwaltenden Verhältnissen möglich ist, sind wir uns doch wohl bewusst, dass wir an unserer Lehranstalt selbst erst die Erfahrungen über den Werth des Lehrplans mit der Zeit sammeln müssen. Für die Schwächen, die er wohl heute noch aufweist, entschädigen wir aber die Schüler der ersten Semester reichlich durch die beschränkte Zahl, die wir von vornherein aufzunehmen beschlossen, eine Anzahl, welche es dem Lehrer ermöglicht, sich mit jedem Einzelnen mehr zu befassen.

Nicht ohne Weiteres konnten wir erwarten, dass sich im ersten Semester selbst die beschränkte Schülerzahl zusammenfinden werde, dennoch mussten wir die Zahl vergrössern und wir haben die Freude, heute 12 Schüler begrüssen zu können, die hergeeilt sind aus Berlin, Charlottenburg, Bremerhaven, Cassel, Essen, Verden, Marburg, Würzburg, selbst aus der Schweiz; nur zwei Schüler gehören unserer Stadt an. Sämmtliche entsprechen der hauptsächlichsten Bedingung zur Aufnahme insoferne, als sie sich alle über eine mehrjährige Thätigkeit

in mechanischen Werkstätten ausweisen können. An mathematischen Vorkenntnissen beanspruchen wir vorläufig in der Geometrie die Berechnung ebener Flächen und in der Algebra die Lösung einfacher Gleichungen.

Es erübrigt mir noch, eines Lehrgegenstandes Erwähnung zu thun, den wir in jedem Semester in einem besonderen Cursus behandeln werden, nämlich über Blitzableitertechnik, ein Gebiet, auf dem heute noch viel gesündigt wird. In nicht zu ferner Zeit wird das ganze Blitzableiterwesen unter behördliche Controlle gestellt sein. Statt Leben und Eigenthum zu schützen, kann ein falsch oder schlecht angelegter Blitzableiter gerade das Gegentheil bewirken. Der Magistrat unserer Stadt hat, — um solchen Gefahren entgegen zu wirken, bereits im Jahre 1884 vom Physikalischen Verein ein auf der Grundlage wissenschaftlicher Forschung und der Erfahrung beruhende baupolizeiliche Verordnung über die Anlage von Blitzableitern ausarbeiten lassen, die seither viele andere Städte adoptirt haben. Um nun nicht nur den Schülern der Lehranstalt, sondern auch selbst ständigen Gewerbetreibenden aus Nah und Fern die Theilnahme an diesem, die Anlage und Prüfung von Blitzableitern behandelnden Cursus möglich zu machen, ist die Dauer desselben auf 14 Tage mit zwei Lehrstunden von 3 Uhr Nachmittags an, und erstmals am 6. Mai beginnend, festgesetzt. Der Physiker, Herr Dr. Nippoldt, eine Autorität auf dem Gebiete der Blitzableitertechnik, hat die Abhaltung dieses Lehrcursus übernommen und es steht zu erwarten, dass die Theilnahme an demselben auch von anderwärts ansässigen Gewerbetreibenden eine recht rege werde, wie denn auch bereits eine Anmeldung aus Hamburg vorliegt.

Die Excursionen, welche in unserem Lehrplan noch vorgesehen sind, werden unsere Schüler auf dem Bahnhof, am Hafen, an der elektrischen Bahn nach Offenbach und in dem in kurzer Zeit hier entstehenden städtischen Elektrizitätswerk, auf dem Kupferwerk in Heddernheim und in vielen kleineren interessanten Betrieben mitten in das Feld ihrer künftigen praktischen Thätigkeit führen.

Die Lehrmittel für unsere elektrotechnische Anstalt sind, Dank den überraschenden Zuwendungen Seitens mehrerer wohlwollender Mitglieder des Physikalischen Vereins und Seitens einiger hervorragender elektrotechnischer Firmen ziemlich vollständige, wenn auch noch manches zu beschaffen übrig bleibt. Bei dem Rundgange, zu welchem ich Sie einladen möchte, finden Sie im Maschinenraum im Souterrain einen 6 pferdigen Zwillingsgasmotor mit elektrischer Zündung, von Benz in Mannheim aufgestellt. Die Transmission ist mit conischen Riemscheiben versehen, um den Schülern den höchst instruktiven Versuch über die Abhängigkeit der Leistungen der Dynamomaschinen von der Umdrehungsgeschwindigkeit mit den entsprechenden Messungen vorzuführen. Die Lichtmaschine ist uns von der Firma Pockorny & Wittekind in Bockenheim freundlichst zur Ver-

fügung gestellt. Eine andere Dynamomaschine, nebst einer Bogenlampe, ein werthvolles Geschenk der Firma S. Schuckert in Nürnberg, dient zu verschiedenen Experimenten, z. B. zur Kraftübertragung und eine dritte Dynamomaschine für galvanochemische Arbeiten dürfen wir als Morgengabe von den Deutschen Elektrizitätswerken in Aachen, den Herren Garbe, Lahmeyer & Co. erwarten. Die Gesellschaft Helios in Ehrenfeld-Cöln sucht die maschinelle Einrichtung unseres Instituts durch die Ueberweisung von Wechselstrom-Apparaten zu erweitern.

An den Maschinenraum, der gleichzeitig eine kleine Werkstätte bildet, schliesst sich der Akkumulatorenraum, in welchem 72 Zellen von Huber in Hamburg zur Aufstellung gelangen, theils lichtspendend, theilweise zu Messungen benutzbar, und andererseits eine Dunkelkammer mit einem Bunsen'schen Photometer von Krüss in Hamburg.

Im Uebungslaboratorium, im oberen Stock, sehen Sie eine Anzahl Messinstrumente für verschiedene Messmethoden gruppirt auf den Arbeitstischen aufgestellt und das physikalische Cabinet birgt schon seit langer Zeit eine Reihe recht werthvoller Lehr- und Demonstrationsapparate.

Das Präcisionslaboratorium, unter dem Emporium dieses Hörsaals liegend, enthält eine Reihe der kostbarsten Instrumente, grösstentheils Geschenke der Firma Siemens & Halske, mit welchen sie die von unserem Ehrenmitgliede Werner v. Siemens, dem „Frauenhofer der angewandten Elektricität", wie ihn Du Bois-Reymond nennt, dem Gedeihen unserer neuen Lehranstalt gespendeten Glückwünsche begleitete.

Noch manche andere Firmen haben ihre Sympathie durch die Bereicherung unserer Lehrmittelsammlung bekundet, ihnen allen sei hier nochmals unser Dank ausgesprochen.

In unmittelbarem Zusammenhang mit dieser neuen Fachschule steht unsere elektrotechnische Untersuchungsanstalt, welcher hauptsächlich das Präcisionslaboratorium zugehört. Hier sollen elektrische Apparate aller Art auf ihre Wirkung untersucht, galvanische Elemente geprüft und alle Arbeiten und gutachtliche Aeusserungen, zu welchen sie von den Behörden oder interessirten Industriellen berufen werden mag, ausgeführt werden. Insbesondere wird ihr die Aichung und Controlle von elektrotechnischen Messinstrumenten, namentlich der in der Zukunft zu Tausenden zur Anwendung kommenden Elektricitätszähler zufallen; der Gedanke, sie für solche Arbeiten zu einer behördlichen Stelle zu machen, ist bereits von einer der physikalisch-technischen Reichsanstalt nahestehenden Seite verlautbar geworden.

In dieser Anstalt sollen auch diejenigen Schüler, welche längere Zeit zu ihrer Ausbildung verwenden können, erweiterte Kenntnisse und Erfahrungen sammeln, hauptsächlich durch praktische Uebungen

in den exacteren Messmethoden. Die Repetition der sich jedes Semester in ähnlicher Weise wiederholenden Vorlesungen wird ihr Verständniss befestigen, und ein kleines Praktikum im chemischen Laboratorium, in welchem sie die characteristischen Eigenschaften und die Behandlung der in der Elektrotechnik vorkommenden Säuren und anderen Stoffe kennen lernen sollen, wird ihre Zeit in nutzbringender Weise ausfüllen.

In der Ihnen nunmehr geschilderten Organisation übergebe ich denn im Namen der elektrotechnischen Commission, — ohne dass diese ihre Arbeiten für abgeschlossen hielte — die Frucht ihrer bisherigen Thätigkeit hiermit dem Vorstande des Physikalischen Vereins. Möge die elektrotechnische Lehranstalt als Verbreiterin einer praktischen Wissenschaft, neben dem seit langen Jahren in Blüthe stehenden physikalisch-chemischen Institute, neben der meteorologischen Station und neben der Pflege der „laienhaften Wissenschaftlichkeit" — wie unser Herr Oberbürgermeister die weitere Thätigkeit unseres Vereins bezeichnete — als jüngstes Glied stets die Fürsorge des Vorstandes in gleichem Maasse geniessen; der Elektrotechnik wird sie sicher dienen!

Meine hochverehrten Herren! Wenn ich seiner Zeit bei der Entwickelung des grundlegenden Planes an dieser Stelle die Hoffnung auszusprechen wagte, dass die projektirte Anstalt Frankfurt zur Ehre gereichen werde, so spreche ich jetzt die Ueberzeugung aus, dass diese Lehranstalt bereits heute unserer Vaterstadt zur Ehre geworden ist, und als erste Anstalt dieser Art im Deutschen Reiche den alten Ruf des Physikalischen Vereins in neue und weitere Kreise hinaustragen wird.

Aus der Versammlung wurde dann dem Vorstande der Dank für seine mit so schönem Erfolg gekrönten Bemühungen ausgesprochen, und hierauf schloss der Vorsitzende die Feier mit dem Wunsche, dass die Anstalt allezeit blühen und gedeihen möge. Der Abend vereinigte Vorstand, Lehrer und Schüler zu einem fröhlichen Zusammensein.

Programm

der elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungs-Anstalt.

Die elektrotechnische Lehranstalt bezweckt, jungen Leuten, welche eine Lehrzeit in einer mechanischen etc. Werkstatt vollendet haben, eine theoretische Ergänzung ihrer Ausbildung zu geben, welche sie in Verbindung mit praktischen Fertigkeiten in den Stand setzen soll, als Mechaniker, Monteure, Werkmeister u. dgl. in elektrotechnischen Fabriken, grösseren Lichtbetrieben u. s. w. eine zweckentsprechende Thätigkeit zu entwickeln. Es fehlt in der elektrotechnischen Industrie an einer genügenden Zahl brauchbarer Hilfskräfte, welche neben ihren praktischen Fertigkeiten ein ausreichendes Verständniss von den einschlägigen Vorgängen, den vorkommenden Maschinen und Messinstrumenten besitzen, so dass ihnen mit vollem Vertrauen die Ausführung und Ueberwachung elektrischer Anlagen übertragen werden kann. Auch Solchen, welche später die Absicht oder Gelegenheit haben, kleinere elektrotechnische Geschäfte selbstständig zu betreiben, wird das erworbene Wissen und Können werthvolle Vortheile bieten.

Die elektrotechnische Untersuchungsanstalt steht mit der elektrotechnischen Schule in unmittelbarer Verbindung. Für die Zwecke der Lehranstalt ist eine reiche Sammlung von Instrumenten, Apparaten und Maschinen neuester Construction vorhanden, und das Instrumentarium der elektrotechnischen Untersuchungs-Anstalt des Physikalischen Vereins bietet strebsamen Leuten, welche eine längere Zeit auf ihre Ausbildung verwenden können, hinreichend Gelegenheit, sich über feinere Messinstrumente und Messmethoden zu unterrichten.

Die Stadt Frankfurt, sowie deren Nachbarorte bieten in elektrotechnischer Hinsicht viel Sehenswerthes; bedeutende elektrotechnische Fabriken verschiedener Art, grosse Beleuchtungsanlagen, wie die auf dem Hauptbahnhof und am Hafen, mit Gleichstrom- und Wechselstrom- und Transformatoren-Betrieb, verschiedene andere in Bank- und Geschäftshäusern, Zeitungsverlagen u. s. w. Ausserdem hat die Stadt beschlossen, in aller Kürze eine elektrische Centralstation für Strassen- und Hausbeleuchtung einzurichten, zu der sich wahrscheinlich auch ein elektrischer Strassenbahnbetrieb gesellen wird. Ueberdies besteht schon seit Jahren eine elektrische Bahn mit oberirdischer Leitung zwischen Frankfurt und Offenbach. Es ist also den Schülern auch Gelegenheit geboten, auf besonders veranstalteten Exkursionen vieles für ihre Zwecke Wissenswerthe aus eigener Anschauung kennen zu lernen.

Lehrplan

der elektrotechnischen Lehr-Anstalt.

Sämmtliche Fächer sind für die Schüler obligatorisch.

---

1. Ausgewählte Kapitel aus der Physik. — Herr Professor Dr. Krebs. 1 Stunde.
2. Allgemeine Physik. — Herr Dr J. Epstein. 2 Stunden.
3. Allgemeine Elektrotechnik: Entstehung und Verzweigung des elektrischen Stromes (Gesetze von Ohm und Kirchhoff), Wirkungen des Stromes und deren technische Verwendung. — Herr Dr. J. Epstein. 4 Stunden.
4. Praktische Uebungen: Stromstärke-, Spannungs- und Widerstands-Messungen, Aichungen, Messungen an Elementen, Dynamo-Maschinen, Glühlampen, Bogenlampen, Isolationsprüfungen an Leitungen. — Herr Dr. J. Epstein. 10 bis 12 Stunden.
5. Dynamomaschinenkunde: Theorie der Stromerregung; Reihen-, Nebenschluss- und Verbund-Maschinen; Magnetischer Aufbau der Maschinen; Ring- und Trommel-Anker; Wechselstrom-Maschinen. Herr Dr. J. Epstein. 1 Stunde.
6. Elemente und Akkumulatoren: Vorgänge in Elementen, Schaltung, Messung; Elemente ohne und mit Depolarisation; Akkumulatoren, deren Wirkungsweise, Formation, Systeme, Betrieb. — Herr Dr. Th. Bruger. 1 Stunde.
7. Instrumentenkunde: Construction der Galvanometer für schwache Ströme und ihre Ablesevorrichtungen, Widerstands-Messapparate; die technischen Galvanometer (Stromstärke und Spannungsmesser), registrirende Apparate, Elektricitäts-Zähler, Einrichtung des elektrotechnischen Messraumes. — Herr E. Hartmann. 1 Stunde.
8. Telegraphie und Telephonie: Bau und Unterhaltung der Leitung, Apparate, Betrieb, Fehlerbestimmungen. — Herr Telegraphen-Kassierer Ehricke. 1 Stunde.
9. Signalwesen, mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahn-Signaltechnik. — Herr Telegraphen-Inspektor Löbbecke.
10. Beleuchtungstechnik: Allgemeine Grundsätze der Beleuchtung, Lichtleitungen und deren Berechnung, Glühlampen, Bogenlampen, Apparate, Instrumente, maschinelle Einrichtungen, Montage, Betrieb und Unterhaltung von Lichtanlagen, Material-Aufstellungen. — Herr Dr. Oscar May. 1 Stunde.

11. Motorenkunde: Wirkungsweise der Dampf- und Gasmotoren, Steuerung, Regulator, Leistung, Transmission, Dampfkessel. — Herr Ingenieur C. Brockmann. 1 Stunde.
12. Blitzableitertechnik: Theorie und Construction der Blitzableiter, Untersuchung ausgeführter Anlagen. — Herr Dr. A. Nippoldt. 14 tägiger Specialkursus.
13. Mathematik: Repetition der Algebra und Arithmetik mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse des physikalischen und elektrotechnischen Unterrichtes, Kreisberechnung, Trigonometrie; physikalische und technische Aufgaben. — Herr Dr. J. Epstein. 2 Stunden.
14. Experimentalchemie: Einleitung in die Chemie. — Herr Dr. B. Lepsius. 1 Stunde.
15. Zeichnen: Zeichnen nach Apparaten, Instrumenten und Maschinentheilen; Installationszeichnungen. — Herr C. Brockmann. 3 Stunden.
16. Exkursionen: Besichtigung von Werkstätten und elektrotechnischen Betrieben.

Aufnahme-Bedingungen.

A. Für Schüler.

1. Zeugniss über die in einer mechanischen Werkstätte bestandene Lehre und über etwaige weitere praktische Thätigkeit.
2. Selbstgeschriebener Lebenslauf.
3. Nachweis mathematischer Vorbildung (einfache Gleichungen, Congruenz- und Aehnlichkeitssätze).
4. Schulgeld 100 Mark, bei der Aufnahme zu entrichten.
5. 10 Mark Beitrag zur Unfallversicherung während der Unterrichtszeit.

B. Für Hospitanten.

Die Vorlesungen 1, 5 bis 12 und 14 können ausser von den Schülern der Anstalt auch von Hospitanten besucht werden.

Die wöchentlich einstündige Vorlesung kostet für Hospitanten 10 Mark pro Cursus, jede weitere wöchentlich einstündige Vorlesung 5 Mark. Der Blitzableitercursus kostet 40 Mark.

Die Auswahl der Vorlesungen steht den Hospitanten frei.

Der Lehrcursus hat die Dauer eines Semesters.
Anmeldungen sind an den Vorstand des Vereins zu richten.

Specialcursus

für Anlage und Prüfung von Blitzableitern.

Die elektrotechnische Lehranstalt des Physikalischen Vereins hat unter ihre Lehrgegenstände auch einen selbstständigen Cursus für Anlage und Prüfung von Blitzableitern aufgenommen.

Der Zweck dieses Cursus besteht darin, Mechaniker, Schlosser, Dachdecker etc., welche sich mit der Herstellung von Blitzableitern beschäftigen, in gemeinverständlicher Weise mit den wissenschaftlichen und technischen Grundsätzen bekannt und vertraut zu machen, welche zur sachgemässen Herstellung dauernd zuverlässiger Blitzableiter und zur sicheren Prüfung der Zuverlässigkeit derselben unbedingt erforderlich sind. Die Kenntniss dieser Grundsätze ist um so wichtiger, als die Blitzableiter-Technik wohl in nicht allzuferner Zeit der öffentlichen Kontrolle unterstellt werden wird.

Um nicht nur den Schülern der Lehranstalt, sondern in erster Linie auch selbstständigen Gewerbetreibenden die Betheiligung an diesem, heute wohl einzig dastehenden Unterrichtscursus zu ermöglichen, ist die Dauer dieses Cursus in jedem Semester auf die Zeit von 14 Tagen festgesetzt. Die Unterrichtsstunden finden Nachmittags von 3 Uhr an statt, so dass es den in den Nachbarstädten wohnenden Interessenten ohne zu grosse Zeitopfer ermöglicht wird, an denselben Theil zu nehmen.

Der Cursus beginnt mit Vorträgen über die theoretischen Grundsätze und schliesst mit praktischen Uebungen in Bezug auf Construction, Projectirung und Ausführung von Neuanlagen und Untersuchung und Prüfung bestehender Einrichtungen.

Der Unterricht wird ertheilt von dem als Autorität auf dem Gebiete der Blitzableiter-Technik bekannten Physiker Herrn Dr. A. Nippoldt. Die Vorträge werden in gemeinverständlichster Form gehalten, so dass zu deren Verständniss keine wissenschaftlichen Vorkenntnisse erforderlich sind. Zur Sicherung eines guten Erfolges dieses Unterrichtes wird für jeden Cursus nur eine beschränkte Anzahl von Theilnehmern aufgenommen.

Das Honorar für den Unterricht beträgt 40 Mk. und ist vor Beginn des Cursus zu entrichten. Anmeldungen sind an den Vorstand des Vereins zu richten.

Lehrthätigkeit.

Vorlesungen.

Die regelmässigen Vorlesungen wurden, wie seither, von den Docenten, den Herren Professor Dr. G. Krebs und Dr. B. Lepsius, später auch von Herrn Dr. J. Epstein gehalten und von Vereins-Mitgliedern, Abonnenten und Schülern gut besucht.

A. Im Winter-Semester 1888—1889.

Montag, Abends von 6—7 Uhr: **Chemie der neueren Arzneimittel.** Herr Dr. Lepsius.

Dienstag und **Donnerstag**, Abends von 7—8 Uhr: **Organische Chemie, I. Theil.** Herr Dr. Lepsius.

Mittwoch, Abends von 6—7 Uhr: **Astronomie und Meteorologie** (zugleich Schülervortrag). Herr Prof. Dr. Krebs.

Freitag, Abends von 7—8 Uhr: **Elektrotechnik.** Herr Prof. Dr. Krebs.

Samstag, Abends von 7—8 Uhr: **Mittheilungen und Besprechungen über neue Entdeckungen und Erfahrungen im Gebiete der Physik und Chemie.**

B. Im Sommer-Semester 1889.

Dienstag, Abends von 7—8½ Uhr: Organische Chemie. 2. Theil. Die aromatischen Verbindungen mit besonderer Berücksichtigung der Theerfarbstoffe. Herr Dr. Lepsius.

Mittwoch, Abends von 6—7 Uhr: Heizung und Beleuchtung (zugleich Schülervortrag). Herr Prof. Dr. Krebs.

Samstag: Mittheilungen und Besprechungen.

Samstags-Vorlesungen.

I. Von Herrn Professor Dr. Krebs.

1) Nach einer Besprechung des vortrefflichen Werkes von Silvanus P. Thompson über dynamoelektrische Maschinen, von dessen dritter Auflage jetzt eine deutsche Uebersetzung von Postrath Grawinkel, früher in Frankfurt a. M., jetzt in Berlin, vorliegt, wurden Versuche mit dem Telephon von Mix & Genest angestellt, welches von der Fabrik dem Verein leihweise überlassen war. Der Ton zeigte sich sehr rein und frei von störenden Nebengeräuschen.

2) Besprechung über das neu erschienene Buch von Dr. Edward Hoppe: Die Akkumulatoren für Elektrizität. Der auf naturwissenschaftlich-historischem Gebiete bestens bewanderte Verfasser gibt nach einer längeren historischen Einleitung eine genaue Beschreibung aller irgend bedeutsamen Arten von Akkumulatoren. — Hiernach wurde eine elektrische Weckeruhr vorgezeigt, sowie ein Mikrophonapparat mit Kohlenmembrane von den Herren Schäfer und Montanus dahier.

3) Nach einem Bericht über neuerdings angestellte genaue Versuche mit Chromsäurebatterien wurden Versuche mit einer kleinen selbsterregenden Influenzmaschine gemacht, bei welchen an den äusseren Belegungen der Flaschen zwei verschiebbare Konduktoren angebracht waren, so dass man auch zwischen diesen Funken erhalten konnte.

4) Bericht über einen Aufsatz von Dr. P. Schwahn in Berlin, abgedruckt in der Zeitschrift „Himmel und Erde“: Welche Veränderungen erfährt noch jetzt die Lage der Drehungsachse der Erde? Die Lage der Erdachse erfährt nach Messungen von Küstner zeitweilig kleine Aenderungen, welche z. B. die geographische Breite von Berlin um $^{20}/_{100}$ einer Sekunde verändern können. Schwahn findet die Ursache solcher Schwankungen in der Massenverschiebung auf der Erde, Anhäufung von Eis an den Polen, Ab-

lagerung von Erde an den Mündungen der Flüsse, mächtige Regengüsse, enorme Schneefälle u. s. w. Sodann wird über die Beobachtung der Corona bei der Sonnenfinsterniss vom 19. August 1887 berichtet. Leider haben die Beobachtungen wegen der Ungunst des Wetters keine genügenden Anhaltspunkte ergeben, um mit Bestimmtheit die eine oder die andere Hypothese über die Natur der Corona für zutreffend erklären zu können.

5) Ueber die verschiedenen Arten von elektrischen Bahnen mit oberirdischer und unterirdischer Leitung und die Ausdehnung, welche das elektrische Eisenbahnwesen in Amerika bereits erlangt hat. Hierauf wurde ein Apparat für Momentphotographie, sowie ein neues Trockenelement von Hartmann & Braun vorgezeigt.

6) Bei Fortsetzung des Berichtes über elektrische Bahnen werden namentlich die Versuche mit Akkumulatorwagen in Hamburg (Huber), in Brüssel (Julien) und in Oberitalien geschildert. Eine Vergleichung des Kostenpunktes für oberirdischen, unterirdischen und Akkumulatorbetrieb und der Vorzüge dieser Betriebe je nach der Länge der Strecken, sowie der Lage innerhalb und ausserhalb der Städte sollte dazu beitragen, ein deutliches Bild von der immer mehr aufstrebenden Technik im elektrischen Bahnbetrieb zu geben. — Zum Schluss wurde Opel's selbstthätiger Thürschliesser in verschiedenen Formen vorgeführt.

7) Ueber die leuchtenden Nachtwolken. In der Zeitschrift „Himmel und Erde“ veröffentlicht O. Jesse in Steglitz seine Untersuchungen über diesen Gegenstand, der schon früher im Verein in Anlass des Krakatoa-Ausbruchs besprochen worden ist. Auch diese neueren Untersuchungen bringen die leuchtenden Wolken mit Staubmassen in Verbindung, welche in der Atmosphäre umherschwirren. Jesse gibt verschiedene Zeichnungen von leuchtenden Wolken und führt Messungen über die Höhe dieser Wolken an.

Bekanntermassen sind in Amerika verschiedene grossartige Sternwarten aus Privatmitteln, namentlich auf hohen Bergen angelegt worden. Dr. H. Samter erstattet Bericht über die hervorragendsten Einrichtungen dieser Art: die Lick-Sternwarte auf dem Berg Hamilton hat ein Fernrohr von 36 Zoll Oeffnung und einer Länge von 50 Fuss, die Kuppel hat 75 Fuss Durchmesser. Die Harward-Sternwarte in Cambridge bei Boston hat keine so grossen Instrumente; ihr Spiegelteleskop hat 28 Zoll Oeffnung. Man beschäftigt sich auf dieser Sternwarte vornehmlich mit photographischen Aufnahmen, denen eine seltene Vollkommenheit nicht abzusprechen ist.

8) Mit Hilfe eines feinen Differentialgalvanometers wird das Verfahren demonstrirt, die Extraströme nachzuweisen, welche beim Oeffnen und Schliessen stromdurchflossener Drahtrollen entstehen. Sodann wurden einige optische Erscheinungen mit Hilfe von Glasgittern gezeigt.

9) Darlegung der Kenntnisse, welche die Alten bereits in Betreff der Entfernung von Sonne und Mond, der Grösse des letzteren, der Grösse, des Umfangs und Durchmessers der Erde u. s. w. hatten und auf welche Art sie den Meridian eines Ortes, die Höhe der Sonne und der übrigen Gestirne bestimmten. — Ausserdem wurde die Messbrücke von Kohlrausch zur Bestimmung der Widerstände fester und flüssiger Körper, bei letzteren unter Anwendung des Telephons, vorgezeigt und erklärt, sowie einige Versuche mit derselben angestellt.

10) Versuche mit einer Anzahl Crookes'scher Röhren und Darlegung der Anschauungen des phantasievollen Crookes über den vierten Aggregatzustand. — Hierauf wurden weitere Theile von Thompsons Werk über Dynamomaschinen besprochen.

11) Vorzeigung einer grösseren Messbrücke aus der Fabrik von Hartmann & Braun; mit derselben wurden einige Messungen von Widerständen vorgenommen. — Hierauf folgten Mittheilungen über die Eigenschaften des Gleich- und Wechselstroms mit Darlegung der Vortheile und Nachtheile bei grösseren Anlagen für Beleuchtung, Kraftübertragung (Motorenbetrieb) und chemisch-analytische Zwecke.

12) Vorzeigung des Galvanometers von d'Arsonval, dessen grosse Empfindlichkeit durch Anstellung einiger Versuche nachgewiesen wurde. — Hierauf wurde eine Abhandlung von Dr. Adolf Krebs über die Natur der Gewitter besprochen. Der Abhandlung liegen die Beobachtungen über die Gewittererscheinungen in Hamburg innerhalb der Jahre 1878—1888 zu Grunde. Es wurde gezeigt, dass die Gewitter stets auf dem Raume zwischen zwei Minimis entstehen und dass im Augenblick, wo ein Gewitter eintritt, stets das Barometer steigt. Ausserdem wurde über die Temperatur-Verhältnisse bei Gewittererscheinungen einiges Neue mitgetheilt und aus der starken Kälte, welche in den Gewitterwolken herrscht, der Schluss gezogen, dass die Elektrizität auf Kosten der Wärme entstehe.

13) Vorzeigung und Erklärung des Torsionsgalvanometers von Siemens mit Nebenapparaten. Durch zwei Versuche wurde erläutert, wie man dasselbe zum Messen von Stromstärken und Spannungsdifferenzen benutzen könne. — Hierauf wurden verschiedene Arten von Haustelegraphen und Feuermeldern besprochen.

14) Vorzeigung eines Elektrodynamometers, welches man zum Messen sowohl von Gleichströmen, als auch von Wechselströmen benutzen kann. Einige Versuche dienten dazu, um den Gebrauch des Instrumentes zu erläutern. — Hierauf folgten eine Anzahl Lichtversuche mittelst einer Bogenlampe: Darstellung des Spektrums, der Ergänzungsfarben und Wiedervereinigung der Spektralfarben zu Weiss.

15) Vorzeigung des Alarm-Detektors der Hamburger „Glüh-

lampenfabrik und Elektrizitätswerke.“ Der Apparat wird an Thüren angebracht und gibt, ohne Anwendung von Elektrizität, ein Zeichen, sobald die Thüre geöffnet wird. Er kann auch so gestellt werden, dass er sowohl beim Oeffnen als beim Schliessen der Thüre, oder dass er gar nicht läutet. — Hierauf wurden die zu so grosser Berühmtheit gelangten Versuche von Hertz, über das Wesen der Elektrizität und ihre Verwandtschaft mit dem Lichte dargelegt. Die elektrischen Wellen, die Fortleitung der Elektrizität und die elektrischen Resonatoren fanden dabei eingehende Besprechung.

II. *Von Herrn Dr. B. Lepsius.*

1) Ueber die neueren Benzoltheorien. An der Hand von verschiedentlichen Modellen entwickelte der Vortragende die früheren und jetzigen Ansichten über die Constitution des Benzols und der Benzolderivate, sowie diejenige des Naphtalins, Anthracens, des Chinolins und Acridins u. s. w.

2) Ueber Bleivergiftung durch Trinkwasser. Anknüpfend an die durch die Wasserleitungen von Offenbach a. M. und Dessau, in diesen Städten vorgekommenen erheblichen Vergiftungserscheinungen, an welchen hunderte von Menschen erkrankten und mehrere starben, wurden die bisher über dieses Thema veröffentlichten Arbeiten besprochen, insbesondere auch diejenige von Dr. Hoyer in Dessau. Die eingehenden Untersuchungen, welche u. a. auch das Reichsgesundheitsamt in diesen Fällen anstellte, haben ergeben, dass die Gefahr einer Bleivergiftung stets vorliegt, wenn ein weiches und freie Kohlensäure enthaltendes Wasser durch Bleiröhren geleitet wird, welche neu sind, oder doch bis dahin nur einem Wasser gedient hatten, welches keine freie Kohlensäure enthielt. Bei mehrmonatlichem Gebrauche verschwindet die Gefahr, man kann sie beseitigen, wenn man dem Wasser die freie Kohlensäure entzieht, indem man es durch kohlensauren Kalk laufen lässt. Es ist daher durchaus nothwendig, bei der Anlage einer neuen Wasserleitung diese Frage zu untersuchen, ob das in Aussicht genommene Wasser Eigenschaften besitzt, welche eine solche Gefahr möglich erscheinen lassen. Die Symptome dieser Saturnismen bestanden in Magenbeschwerden, Bleikoliken, in Lähmungen der Extremitäten, unter Umständen auch des Herzens.

3) Ueber einige neuere chemische Apparate.

4) Ueber die Reinigung der Abwässer von Frankfurt a. M. und die landwirthschaftliche Verwerthung der Abfallstoffe. An der Hand eines Modells der Klärbeckenanlage und zahlreicher Pläne derselben gab der Vortragende zunächst eine Erläuterung des Reinigungsvorganges der Stadtabwässer und zeigte durch den Versuch die klärende Wirkung von Thonerdesulfat und Kalkmilch auf Sielwasser, welches der Kanalisation entnommen war. In Gemeinschaft

mit den Herren Baurath **Lindley**, Stadtarzt **Spiess** und Dr. **Libbertz** sind nun von dem Vortragenden eingehende Untersuchungen über die quantitative Wirkung dieser und anderer Chemikalien auf die Reinigung der Sielwässer vorgenommen worden.*) Es wurden fünf Versuchsreihen ausgeführt und jedesmal Durchschnittsproben am Eintritt, nach dem Chemikalienzusatz und am Austritt im Klärbecken genommen. In diesen Proben wurden die Gesammtrückstände, die Glühverluste, die Mineralsubstanzen, die Gehalte an leicht zersetzlichen organischen Substanzen und zwar jedesmal im Gesammtwasser, in den suspendirten Stoffen und in den gelösten Stoffen bestimmt, in letzteren wurden ausserdem Chlor, Schwefelsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Kalk, als Gyps und als Nichtgyps, und Ammoniakgehalt festgestellt. Hierbei wurden drei verschiedene Klärmethoden geprüft, nämlich 1) Klärung durch Thonerdesulfat und Kalk, 2) Klärung durch Kalk allein und 3) Klärung ohne Zusatz von Chemikalien. Gleichzeitig wurden in den Wässern durch Herrn Dr. **Libbertz** die Bacteriengehalte festgestellt. Die chemischen Untersuchungen ergaben nun, dass die drei verschiedenen Klärmethoden in der Wirkung nicht sehr grosse Unterschiede aufweisen, dass also die mechanische Wirkung der Klärbecken selbst eine befriedigende ist, diese Wirkung aber durch Zusatz von Chemikalien nicht wesentlich verbessert wird. Namentlich die suspendirten Stoffe und unter diesen wieder die organischen, werden in dem 80 Meter langen Klärbecken ganz vorzüglich abgeschieden, während dies begreiflich bei den gelösten Substanzen nur in geringem Grade der Fall ist. Während nun die Klärung mit Kalk allein am wenigsten günstig auf die Abscheidung der Stoffe wirkt, diese auch den Nachtheil hat, dass der Schlamm sehr kalkreich und dadurch der Dungwerth vermindert wird, hat sich dieselbe in bacteriologischer Beziehung als ausserordentlich wirkungsvoll gezeigt. Der Vortragende machte in Folge dessen den Vorschlag, den Schlamm zuerst auf rein mechanische Weise ohne Kalkzusatz abzuscheiden und erst dann eine Desinfection mit Kalk in dem schon geklärten Wasser vorzunehmen. Es würde dann nach beiden Seiten hin, nämlich durch Herstellung eines guten Düngers, den Anforderungen der Landwirthschaft und durch ausreichende Desinfection denen der Hygiene am besten genügt werden können.

5) **Ueber eine neue Sauerstoffdarstellung** und einige neue Vorlesungs-Experimente über die Verbrennung.

6) **Ueber Kohlenoxydvergiftung durch einen amerikanischen Ofen und die Methoden zur Feststellung eines Kohlenoxydgehalts in der Luft.** Ein vor Kurzem in Frankfurt vorgekommener Vergiftungsfall gab dazu Veranlassung. Durch die starken Nebel, welche kurz vor Weihnachten auftraten, ist es mehr-

*) Vergleiche die vorigen Jahresberichte.

fach vorgekommen, dass der Zug im Schornstein durch die schwere Luft derart versagte, dass die „amerikanischen" Oefen ausgingen. Es tritt dann natürlich dasselbe ein, was bei den früheren eisernen mit Ofenklappe versehenen Oefen stattfand, wenn dieselbe zu früh geschlossen wurde, nämlich mangelnde Luft im Ofen und dadurch reichliche Kohlenoxydbildung. Der Vortragende erläuterte die Bildung durch Experimente, indem er durch Einwirkung von ungenügendem Sauerstoff sowohl, wie auch von Kohlensäure auf glühende Kohlen, das mit schönblauer Flamme brennende, fast geruchlose und darum bei der eminenten Giftigkeit so gefährliche Gas darstellte. Er besprach sodann eine einfache Methode, um das Kohlenoxyd in der Luft und im Blute zu erkennen. In dem vorliegenden Falle waren vier Personen an Kohlenoxydvergiftung erkrankt, wovon eine derselben erlag. Die Thatsache, dass selbst im Nebenzimmer erhebliche Vergiftungserscheinungen auftraten, zeigt schon, wie geringe Mengen Kohlenoxyd genügen, um, längere Zeit während des Schlafes eingeatmet, solche hervorzubringen. Bei Thierversuchen hat man schon 1% als tödtlich nachgewiesen. Es sollen somit amerikanische Oefen, welche aus dem Grunde gefährlicher sind als Porzellanöfen, weil man sie erstens nicht so gut verschliessen kann, und weil zweitens sehr viel grössere Mengen glühender Kohlen darin vorhanden sind, als in jenen, zur Heizung von Schlafzimmern möglichst vermieden werden, zumal wenn solche Oefen nicht mit Schornsteinen verbunden sind, welche mit mehreren Oefen in Verbindung stehen und unter allen Umständen einen starken Zug gewährleisten.

7) Ueber die Farbe des Wassers. Dass das reine Wasser nicht farblos ist, wie man gewöhnlich meint, kann man schon durch eine Schicht von 8 Metern zeigen. Der Vortragende hatte einen Apparat aufgestellt, in welchem bei einer durch zwei Glasplatten von völlig farblosem Glase abgeschlossenen Wasserschicht von 8 Meter Dicke, die Farbe derselben mit überraschender Deutlichkeit wahrgenommen wurde. Bei Beleuchtung mit einem starken Agandbrenner beobachtete man eine bläulichgrüne Färbung.

8) Ueber die Vorausberechnung der Existenz und der Eigenschaften neuer Elemente. Der Vortragende zeigte wie bei den zuletzt entdeckten Elementen Gallium, Scandium und Germanium die Vorausberechnungen mit den beobachteten Eigenschaften völlig übereinstimmen und ging schliesslich auf die neueren Untersuchungen von Nilson und Krüss über die Zerlegung des Didyms, sowie die von Krüss über die Zerlegung von Nickel und Kobalt. Auch die Speculationen von Crookes über eine muthmassliche Genesis der Elemente wurden berührt, wonach die periodischen Eigenschaften der durch verschiedenartige Verdichtung eines Urelementes entstandenen Elemente durch eine wellenartige Zusammenziehung des Stoffes entstanden gedacht werden sollen.

9) Demonstration des Abel'schen Petroleumprüfers.

10) Ueber das Wasser eines 100 Meter tiefen Bohrloches im Frankfurter Stadtwalde. Bei den Wassererbohrungen im Stadtwalde ist die Tiefbauverwaltung, um die hydrologische und geologische Unterlage der neuen Wasserleitung kennen zu lernen, bei einer Tiefe von circa 100 Meter nach Durchstechung von abwechselnden Sand- und Thonschichten, schliesslich bis auf den unterliegenden Basalt vorgedrungen. Das Wasser, welches aus dieser Tiefe mit eigenem Druck aus dem Bohrloche emporstieg, war insofern interessant, als es, wie die früheren Untersuchungen des Vortragenden über den Sauerstoffgehalt des Grundwassers bereits vermuthen liessen, gänzlich frei von gelöstem Sauerstoff war. Das Wasser war völlig klar, wenn man es unter Luftabschluss aufbewahrte, kam es aber nur wenige Minuten mit der Luft in Berührung, so begann es zu opalisiren, indem Schwefel ausgeschieden wurde. Der Schwefelwasserstoffgehalt, welcher in dem Liter des Wassers 0·3 mgr. betrug, wurde dadurch erklärt, dass die organischen Substanzen des Wassers bei Abwesenheit von Sauerstoff die vorhandenen Sulfate reduziren, indem Kohlensäure gebildet wird, welche dann die entstandenen Sulfide unter Bildung von Carbonat und Schwefelwasserstoff zerlegt. Im Uebrigen war das Wasser ein weiches und in seiner Zusammensetzung von dem aus höheren Schichten nicht wesentlich abweichend.

11) Ueber die wirksamen Bestandtheile von Kaffee und Thee. Die Zusammensetzung dieser Bestandtheile ist durch neuere Arbeiten völlig festgestellt worden, so dass der Zusammenhang derselben zu den wirksamen, ebenfalls die Nerven erregenden Stoffen, welche in anderen Pflanzen, namentlich im Cacao (Theobromin), sowie mit einigen basischen Körpern, welche im Fleisch vorkommen (Xanthin, Hypoxanthin, Kreatin, Kreatinin), und endlich auch zu der in naher Beziehung stehenden Harnsäure übersichtlich dargestellt werden konnte. Der Vortragende verbreitete sich noch über die neben Theïn oder Coffeïn in diesen Droguen vorkommenden Stoffe, sowie über die Statistik und die Verbreitung dieser Genussmittel.

12) Vorzeigung eines bequemen Apparates zur annähernden Bestimmung des Volumgewichtes von Flüssigkeiten.

13) Demonstration eines neuen, von dem Assistenten des Laboratorium, Herrn E. Sack construirten Apparates zur indirecten Bestimmung der Kohlensäure.

14) Ueber die Zukunft der Handfeuerwaffen. Obwohl das Schiesspulver nachweislich schon im Jahre 1324 (damals aus 1 Thl. Salpeter, 1 Thl. Schwefel und 1 Thl. Kohle zusammengesetzt) angewandt worden ist, so ist doch die Ausbildung der Feuerwaffe und die Ausrüstung der Armeen mit denselben erst im Anfange des vorigen Jahrhunderts soweit vorgeschritten, dass ein jeder Mann im Fussvolk mit seiner Waffe gleichzeitig für den Nah- und den Fernkampf aus-

gerüstet werden konnte. Erst mit der Einführung des Bajonnettgewehrs werden die Spiessträger überflüssig, welche bis dahin die Büchsenschützen gegen die Reiterei vertheidigen und beim Sturmangriff vorgehen mussten. Es war dies nothwendig, so lange bei der mangelhaften Gewehrtechnik an ein Schnellfeuer nicht zu denken war. Wegen des lang dauernden Ladens wurden die Schützen zuerst in nicht weniger als 37 Gliedern aufgestellt. Wenn das erste geschossen hatte, lief es hinter die Front und war erst wieder schussbereit, wenn alle Glieder gefeuert hatten. Erst im Anfange des vorigen Jahrhunderts war die Gewehrtechnik so weit fortgeschritten, dass man in 3 Gliedern Aufstellung nehmen konnte. Zur Zeit Friedrich des Grossen wurde die Entscheidung schon ausschliesslich durch das Gewehrfeuer der Infanterie herbeigeführt. Durch die offene Gefechtsform der napoleonischen Kriege wurde immer grösserer Werth auf die Präzision der Handfeuerwaffe gelegt; die alte Ladeweise mit Pflaster, Setzstock und Hammer wurde durch die Percussionszündung ersetzt. Aber obwohl bereits im Jahre 1360 Gewehre mit Hinterladung vorkamen, so erkannte man deren Vorzüge vor den Vorderladern erst ungefähr in der Mitte unseres Jahrhunderts. Die vollendete Ueberzeugung dieser Vorzüge wurde erst durch die enormen Verluste, welche die Oesterreicher in Böhmen erlitten, zur Thatsache; obgleich schon die Ueberlegenheit des preussischen Zündnadelgewehrs im dänischen Kriege die Franzosen veranlasst hatte, im Jahre 1866 das Chassepot-Gewehr einzuführen.

Die Veränderungen, welche nun in den letzten Jahrzehnten mit den Handfeuerwaffen vorgenommen wurden, haben erstens die Vergrösserung der Feuergeschwindigkeit, zweitens die Verbesserung der Präcision im Auge. Vorläufig in eine Schnellfeuerwaffe umgewandelt, wird das preussische Gewehr in kurzer Zeit einem anderen Platz machen müssen, welches, namentlich in Bezug auf die Schussgenauigkeit, den weitestgehenden Anforderungen der ballistischen Wissenschaft entsprechen wird. Dieser Umwandlung, welche vorzugsweise in der Herstellung eines kleineren Geschossdurchmessers besteht, werden sich die Kulturstaaten ebensowenig entziehen können, wie seiner Zeit der Einführung der Hinterladungswaffen und es ist daher von Interesse, zu untersuchen, welches die Vortheile sind, die ein solches Zukunftsgewehr vor den bisherigen mit grösserem Kaliber besitzen wird.

Der Geschossdurchmesser hat bisher bei den Handfeuerwaffen stets abgenommen. Im Berner Museum befindet sich z. B. noch ein Feuerrohr aus dem 14. Jahrhundert mit einem Kaliber von 35 mm. Die Muskete des 17. Jahrhundert hatte dagegen ein Normalkaliber von 19.8 mm., die zugehörige Kugel einen Durchmesser von 18.6 mm. Im Jahre 1777 ging die französische Militärverwaltung zu einem Kaliber von 17.5 bezw. 16.4 über und noch im Jahre 1846 hatte die französische Büchse denselben Durchmesser. Grosses Aufsehen machte es, als im Jahre 1844 bei den Schweizer Schützenvereinen

zum ersten Male amerikanische Scheibenbüchsen mit einem Kaliber von nur 9—10 mm. benutzt wurden und diese sich durch eine Treffsicherheit auszeichneten, welche bis dahin nicht entfernt erreicht worden war. Es wurden nun zuerst in der Schweiz Versuche mit geringeren Kalibern angestellt, welche für ein Kaliber von 10.5 mm. die günstigste Tragweite, Rasanz, Präcision und Durchschlagskraft in Aussicht stellten. 1851 erhielten die Schweizer Feldstutzen ein Kaliber von 10.2—11.1 mm., das schweizer Jägergewehr 1856 eines von 10.5 mm. Man sah bald ein, dass eine Steigerung der Feuerwirkung nur mit kleinerem Kaliber zu erreichen war, ging aber in den übrigen Staaten, zunächst in den 50er Jahren, auf ein sog. Mittelkaliber herab, nämlich in Oesterreich auf 13.5, in Spanien auf 14.5, in England auf 14.7, in Russland auf 15.3 etc., indem man gleichzeitig die Gewehre durch Einschneidung von Zügen und durch die Einführung von Langgeschossen an Stelle der Rundgeschosse zu verbessern suchte. Durch diese Umänderung der glatten in gezogene Gewehre wurde die Leistungsfähigkeit — namentlich durch die Errungenschaften von Minié und Nessler in den Jahren 1849—1851 — auf ungefähr das Doppelte gebracht, so dass bald alle Staaten diesem System folgten und zwar 1857 Schweden mit einem Kaliber von 14.9 mm., 1860 Norwegen mit 12.33 mm., Preussen und Süddeutschland mit 13,9 mm. Die folgende Tabelle zeigt nun, wie in den jüngst vergangenen Jahrzehnten die Verminderung der Durchmesser noch weiter verkleinert worden ist. Gleichzeitig sind auch die in den einzelnen Staaten verwendeten Systeme angegeben:

	Jahr	Kaliber	System
Frankreich	1866	11	Chassepot
Amerika	1866	11.43	Springfield
Belgien	1867	11	Albini
Oesterreich	1868/73	11	Werndl
Schweiz	1868/81	10.4	Vetterli
Spanien	1871	11	Remington
Deutschland	1871	11	Mauser
England	1871	11.43	Martini
Holland	1871	11	Beaumont
Italien	1871	10.4	Vetterli
Russland	1871	10.66	Berdan
Frankreich	1874	11	Gras
Portugal	1885	8	Guèdes
Syst. Rubin	1885	7.5	—
Syst. Hebler	1885	7.53	—
Frankreich	1888	8	Lebel.

Nachdem man also von dem sogen. Mittelkaliber auf das geringere von 10—11 mm. herabgegangen, ist neuerdings das Bestreben vorhanden, dasselbe noch mehr zu verkleinern. Es müssen demnach

Gründe vorhanden sein, welche diese stete Verkleinerung rechtfertigen, und es entsteht die Frage: welches ist die untere Grenze der Kalibergrösse, welche man, wenn in ihrer Verkleinerung ein Vortheil liegt, hierbei erreichen kann.

Diese Verkleinerung ist Hand in Hand gegangen mit den Fortschritten der Gewehrtechnik und mit der Vertiefung derjenigen Wissenschaft, welche sich mit den Bedingungen der Geschossflugbahnen beschäftigt, der Ballistik.

Arbeiten von Euler, von Robins, Hutten, Poisson, Heine, Didion u A., besonders aber die Anwendungen dieser Wissenschaft auf die Handfeuerwaffen durch den preussischen Major W. v. Plönnies sind es gewesen, welche das Gewehr zu einem Präcisions-Instrument gemacht haben, wie es für die hohen Anforderungen der modernen Kriegskunst erforderlich ist.

Die Hauptvortheile, welche die Waffenlehre bei dieser Veränderung zu erreichen strebt, sind nun die folgenden: Es wird zunächst dadurch eine Verminderung des Geschossgewichtes und eine Verkleinerung der Patrone herbeigeführt, wodurch jeder Schütze im Stande ist, eine weit grössere Menge davon bei sich zu führen, was namentlich in Bezug auf die modernen Schnellfeuerwaffen (Magazingewehre) von eminenter Wichtigkeit ist. Durch ein Geschoss von geringerem Gewichte wird ferner bei derselben lebendigen Kraft, die demselben ertheilt wird, die Flugbahn eine gestrecktere sein müssen. Eine flachere Flugbahn bietet aber so erhebliche Vortheile bezüglich der Treffsicherheit und Genauigkeit, dass hierin wohl der Schwerpunkt der ganzen Veränderung zu Gunsten kleinerer Kaliber zu suchen ist. Die Form der Flugbahn wird bekanntlich bedingt durch das Zusammenwirken von Schwerkraft und Luftwiderstand auf das Geschoss. Sie wird eine gestrecktere mit einer Zunahme der Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses und diese wird wiederum eine geringere Verminderung während des Fluges erfahren, wenn der Querschnitt desselben ein kleinerer ist, weil dann der Luftwiderstand besser überwunden wird.

Während man sich also einerseits bestreben wird, den Querschnitt des Geschosses zu verkleinern, so wird man auf der anderen Seite Sorge tragen müssen, das Gewicht und damit die lebendige Kraft zu vergrössern. Dieser Forderung kann man aber nur genügen, wenn man entweder ein schwereres Metall anwendet, als bisher, oder die Geschosse im Verhältniss zu ihrem Durchmesser sehr lang macht. Beides hat seine Grenzen. Als Material hat man bisher in den meisten Fällen Blei angewandt; dasselbe hat ein spec. Gewicht von 11.3. Stahlgeschosse, wie man sie in Frankreich ohne Erfolg versucht hat, widersprechen diesem Princip der sog. Querschnittsbelastung, da das Eisen nur ein spec. Gewicht von 7.8 besitzt. Von den schweren Metallen sind die Edelmetalle, Gold, Platin, Iridium zu kostspielig. Man hat vorgeschlagen, gepresstes Wolframmetall zu verwenden.

Dasselbe hat ein spec. Gewicht von 19.12. Allein in der Biermann'schen Fabrik in Hannover, wo dasselbe für diesen Zweck bereitet worden ist, kostet das Kilo 90% Wolfram immer noch 6 Mark, was für die Armeeausrüstung natürlich zu theuer ist. Man wird in Folge dessen zunächst beim Bleigeschoss bleiben müssen.

Aber auch die Länge des Geschosses lässt sich nicht beliebig vergrössern. Man stösst dabei auf eine Menge Schwierigkeiten. Bekanntlich ist bei Geschossen, welche von der Kugelgestalt abweichen, immer die Gefahr vorhanden, dass sie sich im Fluge überschlagen und dadurch von ihrer Richtung nicht nur abweichen, sondern auch in ihrem Laufe, durch die Vergrösserung des Luftwiderstandes, beträchtlich gehemmt werden. Um dies bei Langgeschossen zu verhindern, werden dieselben in Umdrehung versetzt, indem man den Lauf mit Zügen versieht. Je länger nun das Geschoss im Verhältniss zu seinem Durchmesser ist, um so grösser muss die Umdrehungsgeschwindigkeit sein. Es werden also die Züge im Lauf eine steilere Schraubenwindung besitzen müssen. Hierdurch wird aber wieder die Reibung im Lauf derart vergrössert, dass man zu erheblich grösseren Pulverladungen schreiten muss, um diese Reibung zu überwinden. Man sieht, dass, wenn man den Geschossdurchmesser verkleinert, man nicht in dem Maasse dasselbe verlängern kann, dass sein Gewicht dasselbe bleibt. Thatsächlich wird die Länge des fünffachen Durchmessers nicht überschritten werden können.

Die lebendige Kraft, welche dem Geschosse ertheilt wird, setzt sich nun zusammen aus der Grösse $\frac{1}{2} mv^2$, worin m die Masse und v die Geschwindigkeit ist. Da man nun nach dem Vorigen nicht im Stande ist, die Masse zu vergrössern, sei es durch schwerere Metalle, sei es durch eine entsprechende Verlängerung des Geschosses bei kleinerem Durchmesser, man im Gegentheil gezwungen ist, bei den kleinkalibrigen Gewehren das Geschossgewicht zu verringern, so ist klar, dass man, wenn man dieselbe lebendige Kraft erreichen will, darauf bedacht sein muss, die Geschwindigkeit zu vergrössern. Dies gelingt natürlich nur durch eine kräftigere Pulverladung. Man ist nun thatsächlich heutzutage in der Herstellung des Pulvers soweit vorgeschritten, namentlich indem man, wie bei der Artillerie schon seit einiger Zeit, stark comprimirtes Pulver zur Anwendung bringt, dass man hierin sehr weitgehenden Ansprüchen genügen kann. Immerhin liegt aber in der Herstellung eines geeigneten Pulvers die grösste Schwierigkeit bei der Umwandlung von 11 mm. Gewehren in beispielsweise solche von 8 mm. Es ist unter diesen Umständen und aus den angeführten Gründen nothwendig, die Anfangsgeschwindigkeit von 440 m. pro Secunde (Mauser) auf ca. 600 m. (System Hebler) zu vergrössern.

Gleichzeitig aber muss, um unter den neuen Bedingungen ein Ueberschlagen des Geschosses zu vermeiden, die Umdrehungs-Geschwindigkeit vermehrt werden von 800 Umdrehungen in der ersten

Secunde auf 5000. Man sieht, dass, da der starken Umdrehungsgeschwindigkeit eine grosse Reibung im Laufe entspricht, beide Erfordernisse eine bei weitem stärkere Pulverkraft nothwendig machen. Hierzu kommt, dass, da das Pulver nur solange auf das Geschoss einwirken kann, wie dieses sich im Laufe befindet, man bei einer gegebenen Lauflänge das Pulver um soviel schneller verbrennen lassen muss, wie die Kugel schneller durch den Lauf eilt. Es giebt ja allerdings viele Explosivkörper, welche weit schneller und kräftiger verbrennen als das Schiesspulver. Die Schiessbaumwolle, welche in gepresstem Zustande in den Torpedos verwendet wird, das Nitroglycerin, welches in Form von Dynamit zu Sprengungen benutzt wird, sie verbrennen viel schneller und mit viel grösserer Kraftentwicklung als die gleiche Menge Pulver; gleichwohl ist man für die Handfeuerwaffe immer wieder auf das alte Schwarzpulver zurückgekommen, denn gerade das nicht allzu plötzliche Verbrennen des Pulvers ist von hohem Werth. Würde die ganze Pulverladung auf einmal explodiren, so würde das Geschoss plötzlich in die Züge des Laufes hineingeschleudert werden, sich darin „verkeilen“ und da die Explosion in einem sehr kleinen Raume vor sich gehen würde, müssten die Wandungen und der Verschluss der Gewehrkammer ungemein stark gearbeitet werden, um dem plötzlichen Drucke entgegen zu wirken. Dies würde eine unnütze Kraftvergeudung sein. Man muss also die Kraftentwickelung derart auf die Zeit vertheilen, dass das Pulver erst in dem Moment verbrannt ist, in welchem das Geschoss den Lauf verlässt. Die Grenzen, welche somit der fortgesetzten Verkleinerung des Geschosses gesetzt sind, liegen erstens in dem specifischen Gewicht des Geschossmaterials, zweitens in der Möglichkeit, dem kleineren Gewichte gegenüber eine genügend grosse Geschwindigkeit und eine entsprechende Rotation hervorbringen zu können, wozu ein ganz besonderes Pulver nöthig wird. Es hängt also ganz wesentlich von dem Schiesspulver ab, ob man im Stande sein wird, die Grenze noch weiter herabzusetzen. Unter ein Kaliber von 8—7.5 mm. wird man bei den heute zur Verfügung stehenden Pulversorten nicht herabgehen können. Wie gross aber die Vortheile sind, welche mit der Lösung dieser Frage durch die Verkleinerung des Kalibers erreicht werden, geht aus einem Vergleich der Schussresultate zwischen einem 11 und einem 7.5 kalibrigen Gewehr, z. B. zwischen dem Mausergewehr und dem Gewehr System Hebler, von welchen bisher solche bekannt geworden sind, hervor, wie es die nachfolgende Tabelle zeigt.

		Mauser	Hebler
Gewehrgewicht	Kg.	4.5	4.5
Kaliber	mm.	11	7.53
Züge, Zahl	—	4	6
— Tiefe	—	0.30	0.153
— Dralllänge	—	550	120

		Mauser	Hebler
Ladung	g	5	5.4
Geschoss, Länge	mm.	27.5	33
— Gewicht	g	25	14.6
— Querschn. Belastg.	g/qmm.	0.263	0.328
Patrone, Gewicht	g	42.8	33.8
— Länge	mm.	78	78
Anfangsgeschwindigkeit	m.	440	600
Endgeschwindigkeit bei 500 m.	—	225	368
— bei 1000 m.	—	180	266
Bestrichener Raum bei			
1.7 m. Zielhöhe auf 500 m.	—	60.6	118.9
do. auf 1000 m.	—	18.6	43.4
Radius vom Streuungskreis			
50 % bei 500 m.	cm.	41	23
— bei 1000 m.	—	158	69
Lebendige Kraft a. d. Mündung	Kg.	247	268
— bei 500 m.	—	82.8	101
— bei 1000 m.	—	41.5	52.5
Durchschlagskraft d. Tannenh.			
a. d. Mündung	cm.	24	115
— bei 500 m.	—	20.1	52.7
— bei 1000 m.	—	11.1	31.4
Rückstoss des Gewehres	m.-kg.	1.58	1.17
Umdrehungen des Geschosses in der ersten Sekunde		800	5000

Der Vortrag wurde durch Zeichnungen und durch einige Experimente mit Explosivkörpern erläutert.

15) Ueber die Zusammensetzung und die künstliche Darstellung der Zuckerarten.

16) Vorlesungsexperimente über künstliche Farbstoffe und Demonstration einer umfangreichen und glänzend ausgestatteten Farbstoffsammlung der Firma Friedrich Bayer & Co. in Elberfeld, welche mit zahlreichen Stoffproben in dankenswerther Weise dem Verein geschenkt worden.

17) Vorzeigung der von den Farbwerken vormals Meister Lucius & Brüning in Höchst a. M. zur Ergänzung einer früher geschenkten Sammlung dem Vereine neuerdings überwiesenen neueren Farbstoffe nebst zahlreichen Probefärbungen.

18) Ueber einige Verbindungen von Silicium und Bor und ihre Darstellung.

19) Ueber neuere Methoden zur Aluminiumbereitung.

20) Ueber die Eigenschaften und die Darstellung einer neuen Gruppe von Azofarbstoffen, der sog. Benzidinfarbstoffe. Der Vortragende

stellt einige besonders schöne Farbkörper dar und demonstrirt diese mit Hilfe einer schönen Sammlung aus der Actiengesellschaft für Anilinfabrikation in Berlin, welche dem Vereine von derselben zur Verfügung gestellt worden ist.

21) Ueber neue Farbstoffe aus der Farbenfabrik von Leopold Cassella & Co. dahier, welche dem Vereine von Herrn Dr. Gans geschenkt wurde.

III. Von Herrn Dr. J. Epstein.

1) **Analogien zwischen elektrischen und mechanischen Vorgängen.** Wie der Wärmezustand eines Körpers im Gleichgewicht ist, wenn an allen Stellen die gleiche Temperatur herrscht, so im Allgemeinen der elektrische, wenn das Potential an allen Stellen das gleiche; Unterschiede bedingen im Allgemeinen in beiden Fällen einen Ausgleich, der sich auf elektrischem Gebiete als Strom geltend macht, in entsprechender Weise, als auf mechanischem Gebiete ein Ausgleich zwischen verschiedenen Drucken und Spannungen auftritt. Zur Veranschaulichung diente auf der einen Seite eine Reihe von mit einander verbundenen Röhren gleicher Länge, aber von verschiedenem Durchmesser. Von jeder Verbindungsstelle führte eine Abzweigung nach je einem Wassermanometer, welches den hier herrschenden Druck veranschaulichte. War die freie Verbindung der einzelnen Theile des Systemes anfänglich durch Quetschhähne verhindert und herrschte in denselben ein verschiedener Druck, so fand, als die Hähne geöffnet wurden, ein Ausgleich statt. Durch Verbindung des einen Endes des Systemes mit dem geöffneten Hahn der Wasserleitung wurde nun dafür gesorgt, dass hier stets ein höherer Druck vorhanden war, als an dem andern, welches in einem Gefäss von konstantem Niveau mündete; dann zeigten die Manometer eine stete Abnahme des Druckes von Rohr zu Rohr, die aber der Grösse nach verschieden war, je nach dem Widerstand, den die Rohre dem Druckausgleiche (beziehungsweise dem damit verbundenen Wasserdurchfluss) entgegensetzten. Andererseits war ein entsprechendes System aus verschiedenen Drähten gleicher Länge zusammengesetzt. Ein Voltmeter mass, wenn auch nicht das an den einzelnen Punkten herrschende Potential (auch das offene Wassermanometer misst ja nicht direkt den absoluten Werth des Druckes), so doch die zwischen zwei Stellen vorhandenen Potentialunterschiede oder Spannungen. Befanden sich nun die Enden des Systems auf verschiedenem Potential (durch Verbindung mit den Klemmen einer Batterie), so fand längs der Leitung ein Potentialausgleich statt, der sich auf die einzelnen Drähte verschieden, nach Massgabe ihres Widerstandes, vertheilte.

In beiden Fällen ist mit dem Ausgleich, sei es des Druckes, sei es des Potentiales, eine Arbeitsleistung verbunden, und umgekehrt beruhen Arbeitsleistungen etwa auf einem Druck- beziehungsweise Potentialgefälle. Bei einer Kraftübertragung mit Druckwasser geht das Wasser an der Arbeitsstelle aus dem gepressten in den natürlichen Zustand über. Der Antrieb einer Arbeitswelle von einem Handrad mittelst eines gespannten Gummischlauches liess hervortreten, dass die Arbeitsübertragung mittelst Riemen auf der Aufgabe des gespannten Zustandes desselben an der Arbeitsstelle beruht. Beim Elektromotor wird in entsprechender Weise ein Potentialunterschied, eine Spannung aufgegeben.

2) Der elektrische Lichtbogen und seine technische Verwendung. Das durch eine Linse auf einen Schirm geworfene Bild eines Lichtbogens liess dessen einzelne Theile und insbesondere auch die Pole in ihrem verschiedenen Verhalten klar erkennen. Durch Verbindung der Kohlen mit den Klemmen eines Voltmeters trat die Abhängigkeit der Spannung zwischen den Polen des Lichtbogens von dessen Länge hervor, und liess sich die hierauf beruhende Regulirung in Bogenlampen erklären. Die stärkere Erhitzung der positiven Kohle bedingt einen Vortheil des Gleichstrombogenlichts gegenüber dem mit Wechselstrom betriebenen, insofern dann die produzirte Lichtmenge grösstentheils nur nach einer Seite hin (nach unten) ausstrahlt. Um eine Anschauung von der ausserordentlichen Temperaturentwicklung vor Allem am positiven Pole zu geben, wurden Stücke Stahl durch den Lichtbogen aneinander geschmolzen.

3) Das elektrische Glühlicht; Vorzeigung einer Telephonmessbrücke. An Hand von Experimenten wurde die Theorie und Verwendung des elektrischen Glühlichts besprochen und die Herstellung der Glühlampe an einer von der Glühlampenfabrik, Patent Seal, gütigst zur Verfügung gestellten Collection von Lampen in verschiedenen Fabrikationsstadien erläutert. — Bei Messung des Widerstandes zersetzbarer Leiter verwendet man zur Vermeidung der Polarisation Wechselstrom und lässt sich das Galvanometer der Wheatstone'schen Brücke durch das Telephon ersetzen. Zur Veranschaulichung des Gebrauchs und der Empfindlichkeit der Methode wurde eine Messung des Widerstandes von Leitungswasser vorgenommen und zwar vor und nach Eintauchen eines mit Schwefelsäure benetzten Glasstabes.

4) Leitung und Isolation. Redner besprach an Hand einer reichen Collection von technischem Leitungs- und Isolationsmaterial dessen Beschaffenheit und Verwendung. Der Unterschied zwischen technisch leitenden und isolirenden Körpern ist insofern physikalisch ein quantitativer, als auch Isolatoren dem Strom den Durchgang gestatten, ihm hierbei einen ausserordentlich hohen Widerstand entgegensetzend. Ein empfindliches Spiegelgalvanometer gestattete den Stromdurchgang durch Serpentin, Schiefer objektiv wahrnehmbar zu machen.

IV. Vorträge von anderen Herren.

Herr Dr. W. A. Nippoldt:

Ueber ein neues Pendel, dessen Schwingungsdauer von den Aenderungen der Temperatur und der Luftdichte unabhängig ist. Die Schwingungsdauer eines Uhrpendels bestimmt sich aus den drei Faktoren: Trägheitsmoment, Directionskraft und Amplitude. Jede dieser drei Grössen ist Aenderungen unterworfen, welche von denen der beiden anderen theils abhängig, theils unabhängig sind. Das Trägheitsmoment ändert sich mit den Schwankungen der Pendeltemperatur und der Lufdichte, auch die Aenderung der Directionskraft ist von diesen beiden Schwankungen, aber in anderer Weise abhängig. Die Amplitude der Pendelschwingungen hängt einerseits vom Luftwiderstand, also von der Luftdichte, andererseits von der Grösse des Impulses, welchen die treibende Kraft des Uhrwerkes auf das Pendel ausübt und von den Reibungswiderständen ab, welche an der sogenannten Hemmung der Uhr auftreten. Die treibende Kraft, das ablaufende Gewicht, als unveränderlich vorausgesetzt (die Elasticität aufgezogener Federn ist für feine Uhren ausgeschlossen), wird die Unveränderlichkeit des Impulses durch die grössere oder geringere Vollkommenheit der technischen Ausführung der Räderübersetzungen von der Gewichtswelle bis zum Steigrad und Pendel, und von der Qualität des Uhrenöls garantirt.

Die Aenderungen dieser Kräfte, welche auf die Schwingungsdauer des Pendels wirken, sind bei Zeitmessungen mittels Pendeluhren um so störender, in je kürzeren Zeiträumen sie vor sich gehen. Der Einfluss der Luftdichte wirkt momentan auf Trägheitsmoment und Directionskraft, der directe Einfluss der Temperatur durch Linearausdehnung dagegen allmählig, während zugleich die Temperatur hinwiederum durch Aenderung der Luftdichte zum Theil indirect einen momentanen Einfluss auf jene beiden Factoren hat. Dieser letztere Theil wurde seither bei Uhrpendeln durch die lineare Ausdehnungscompensation zu beseitigen versucht; allein dies Verfahren, welches in Folge der empirischen Justirung der Compensation bei allmähligem Temperaturwechsel für diesen erlaubt erscheint, versagt bei rascheren Temperaturänderungen, wie sie beispielsweise die tägliche Temperaturperiode zeigt, den Dienst und lässt dann das Pendel übercompensirt erscheinen. Wegen der ineinandergreifenden Wirkungen der Temperatur und des Luftdruckes auf die Dichte der Luft ist es rathsam, den Einfluss der linearen Ausdehnung von dem der Luftdichte gesondert am Pendel zu compensiren. Dies war der leitende Gedanke bei der Construction des neuen Pendels.

Ein vertikales Doppelpendel trägt an seinen beiden Enden oben und unten je eine grössere Masse in der üblichen Linsenform; zwischen

beiden Massen befindet sich die Suspension, ein schmales, dünnes Stahlband; der untere Pendelarm ist aus einem Metall hergestellt, dessen Ausdehnungscoëfficient grösser ist als der des Metalls, aus welchem der obere Pendelarm gefertigt ist. Bezeichnet man mit

$\varkappa$ das Verhältniss der unteren Pendelmasse zur oberen,

p das Verhältniss der unteren Pendelarmlänge zur oberen bei einer Mitteltemperatur,

α das Verhältniss der Ausdehnungscoëfficienten der beiden Metalle zu einander,

so wird die Bedingung des Isochronismus für alle Temperaturen ausgedrückt durch die Gleichung:

$$p\varkappa = \frac{1}{2\alpha p}\left[(2p+1)\alpha - (p+2) \pm \sqrt{[(2p+1)\alpha - (p+2)]^2 + 4\alpha p}\right]$$

Diese Gleichung sagt also, dass für ein bestimmtes Verhältniss $\varkappa$ der beiden Pendelmassen, welches von den Ausdehnungscoëfficienten und dem Verhältniss p abhängt, Isochronismus bei allen durch Temperaturänderungen herbeigeführten Längenänderungen der Pendelarme erreicht werden kann.

Der Einfluss der Luftdichte auf die Schwingungsdauer beruht darin, dass

1. die Pendelmassen einen archimedischen Auftrieb in Luft erfahren, dessen Grösse mit der Luftdichte sich ändert und
2. die den schwingenden Theilen des Pendels anliegenden Lufttheilchen an den Schwingungen theilnehmen, wodurch das Trägheitsmoment ebenfalls von der Luftdichte abhängt.

Die Directionskraft der Schwere, welche die Pendelschwingungen unterhält und durch ihr Verhältniss zum Gesammtträgheitsmoment deren Schwingungsdauer bestimmt, besteht bei dem Doppelpendel als eine Differenz, in welcher die auf die untere Pendelmasse ausgeübte Kraft als Minuend, die auf die obere als Subtrahend auftritt. Durch die Luftdichte, d. h. durch den archimedischen Auftrieb, wird aber sowohl die Kraft der Schwere für den ersteren wie für den letzteren in einem Masse verkleinert, welches den Volumen beider Pendelmassen proportional ist. Man kann daher durch Vergrösserung des Volumens, also durch Verminderung der Dichte der oberen Pendelmasse ein solches Verhältniss des Auftriebes an dieser zu dem an der unteren Pendelmasse herstellen, dass das Verhältniss des Gesammtträgheitsmomentes zur Differenz der Directionskräfte bei allen Luftdichten constant, also auch das Pendel isochron ist.

Setzt man das Verhältniss des Volumens der oberen Pendellinse zu dem der unteren = n und den Bruch:

$$\frac{\varkappa p - 1}{\varkappa p^2 + 1} = Q,$$

welcher aus der Bedingungsgleichung für den Isochronismus bei

Wärmeausdehnung sich ergiebt, und bezeichnet k eine Constante, welche von der Form der Linsen und der Pendelarme, d. h. vom Luftwiderstand abhängt, so ist die Bedingungsgleichung für den Isochronismus bei wechselnder Luftdichte durch die Gleichung:

$$n = p + k\,Q\left(p^2 + n^{\frac{2}{3}}\right)$$

ausgedrückt. Der Factor k, von welchem die Grösse von n wesentlich abhängt, ändert sich mit der Form des Pendels, mit dem Luftwiderstand. Durch eine einfache fächerartige Vorrichtung ist diese Grösse k an dem neuen Pendel justirbar. Da auch die oben beschriebene Compensation für Wärmeausdehnung durch kleine Aenderungen der Verhältnisse p oder $\varkappa$ justirbar ist, so ist auch den Forderungen der Praxis bei der Herstellung des Pendels in ausreichendem Masse Rechnung getragen. (Ausführlicher beschrieben in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde“ 1888, S. 197.)

Herr Dr. Th. Bruger:

Ueber neuere Formen von Spiegelgalvanometern. Für die elektrische Messkunde ist das Galvanometer insofern das wichtigste Instrument, als es bei Bestimmung der drei hauptsächlichsten elektrischen Maassgrössen: Spannung, Stromstärke und Widerstand Verwendung findet. Nach kurzer Darlegung des allgemeinen Princips der Galvanometer werden die Instrumente für schwächere Ströme genauer besprochen. Bei denselben ist meistens der vom Strom umflossene Magnet an einem Cocon aufgehängt und der Erdmagnetismus als Gegenkraft benutzt. — Man verlangt Genauigkeit, bequeme Handhabung, Constanz der Angaben und besonders Empfindlichkeit von einem guten Galvanometer. Grosse Empfindlichkeit wird bei den gewöhnlichen Galvanometern erreicht, indem man das schwingende System möglichst leicht und leicht beweglich macht, und den Drahtwindungen eine möglichst günstige Form gibt. Für ein leicht bewegliches Magnetsystem ist besonders der Siemens'sche Glockenmagnet geeignet, da er bei verhältnissmässig langer magnetischer Axe ein geringes Trägheitsmoment besitzt. Ueber die günstigste Form der Drahtbewickelung werden die von Maxwell und Weber gefundenen Resultate mitgetheilt und die theoretisch beste Form des Querschnittes eines Wickelungsraumes durch eine Skizze veranschaulicht. Dieselbe genau inne zu halten, ist aus technischen Gründen nicht möglich. Doch sucht man sich ihr thunlichst zu nähern, wie durch Beschreibung einiger in der Praxis verbreiteter Galvanometer gezeigt wird.

Zur Erhöhung der Genauigkeit, welche man bei Messungen mit einem Galvanometer erzielen kann, wird die Spiegelablesung angewendet, deren Prinzip der Vortragende durch eine Skizze erläutert. Dieselbe bietet noch den weiteren Vortheil, dass man für die hier in Betracht kommenden, nur sehr kleinen Drehbewegungen des Magneten die Grösse des Ausschlags der im Instrument wirksamen Stromstärke

proportional setzen kann. Bequemlichkeit der Beobachtung und rasche Messung wird erreicht durch Anwendung einer Dämpfung, der das schwingende System unterliegt. Nach Entwickelung der allgemeinen auf die Dämpfung bezüglichen Formeln werden die verschiedenen Arten der Dämpfung: Luftdämpfung, Flüssigkeitsdämpfung und insbesondere die elektrische Dämpfung genauer erläutert.

Für ausserordentlich empfindliche Messungen finden Galvanometer Anwendung, die eine eigenthümliche und besondere Anordnung erhalten: sog. astatische Galvanometer, die von dem Gesichtspunkte construirt sind, dass man die Grösse der Gegenkraft, also hier des Erdmagnetismus, möglichst zu verringern sucht. Das ist in dreierlei Weise möglich durch sogenannte Hauy'sche Magnetstäbe, Umgeben des ganzen Instrumentes durch einen Ring aus weichem Eisen und drittens durch Anwendung eines astatischen Systems, d. h. eines Doppelmagneten mit entgegengesetzt gelagerten Polen. Es wird auf die mancherlei Vorsichtsmassregelungen hingewiesen, die beim Arbeiten mit derartigen astatischen Galvanometern zu beobachten sind und die hauptsächlich in der grossen Empfindlichkeit dieser Instrumente gegen sehr geringe magnetische und auch mechanische Einflüsse ihren Grund haben. — Zum Schluss demonstrirt der Vortragende einige aus den Werkstätten der Firma Hartmann & Braun hervorgegangene Galvanometer, insbesondere ein astatisches Instrument, welches in verschiedener Hinsicht Neuerungen aufweist. Hauptsächlich unterscheidet sich das angewandte astatische Magnetsystem von den früher üblichen Formen; dasselbe ist nach Vorschlag des Vortragenden durch einen der Länge nach aufgeschnittenen massiven oder hohlen Stahlcylinder gebildet, dessen Axe und also auch der Längsschnitt durch dieselbe vertikal liegen, sodass das System ein sehr geringes Trägheitsmoment hat. Ausserdem ist ein verhältnissmässig hoher Grad von Astasie erreichbar, da in Folge der beschriebenen Anordnung der totale freie Magnetismus der oberen Pole gleich dem der unteren sein muss. Das ganze bezügliche Instrument ist recht einfach zu handhaben, die Rollen leicht auswechselbar, alle Theile bequem zugänglich.

Elektrotechnische Lehranstalt.

An dem im Sommer 1889 abgehaltenen ersten Cursus der elektrotechnischen Lehranstalt nahmen 13 Schüler (2 hiesige, 11 auswärtige) und 5 Hospitanten Theil, zu denen noch 5 Theilnehmer am Blitzableiterkursus (2 hiesige, 3 auswärtige) hinzutraten. Ausser dem Zeichenunterricht in der Anstalt fand eine fakultative Betheiligung an demjenigen der hiesigen Fortbildungsschule statt.

Den Unterricht ertheilten die Herren: Ingenieur C. Brockmann, Dr. Th. Bruger, Telegraphencassierer Ehricke, Dr. J. Epstein, Ingenieur E. Hartmann, Prof. Dr. G. Krebs, Telegrapheninspector Löbbecke, Dr. B. Lepsius, Dr. O. May und Dr. A. Nippoldt. Die praktischen Uebungen wurden von Herrn Dr. J. Epstein geleitet.

Am Unterricht betheiligten sich ausser einer Anzahl Hospitanten als Schüler die Herren:

Carl Bischof aus München,
Hermann Früchtenicht aus Eissel bei Verden,
Carl Hess aus Würzburg,
Conrad Hesse aus Fronhausen,
Matthias Hirschvogel aus Frankfurt a. M.
Friedrich Hoffmann aus Frankfurt a. M.,
Siegfried Kolscher aus Berlin,
Richard Schaper aus Magdeburg,
Karl Seehof aus Cassel*),
Otto Ullrich aus Essen,
Carl Voigt aus Ruhrort,
Ernst Wächli aus Huttwyl, Kanton Bern,
August Ziegfeld aus Bremerhafen.

Der Unterricht fand grösstentheils in den Vormittagsstunden statt, sodass der Nachmittag für Aufgaben und Ausarbeitungen frei blieb. Dem liebenswürdigen Entgegenkommen der betheiligten Kreise verdankte die Anstalt ausserdem die Möglichkeit einer Reihe von Ex-

*) Verliess die Anstalt vor Beendigung des Cursus.

cursionen in Fabriken, Laboratorien und elektrische Anlagen. Besucht wurden nachstehende Fabriken und Etablissements:

Gasapparat- & Gusswerk in Mainz,
Kupferhammer von F. A. Hesse Söhne in Heddernheim,
Glühlampenfabrik System de Khotinsky in Gelnhausen,
Maschinenfabrik von Pokorny & Wittekind in Bockenheim,
Elektrotechnische Fabrik von C. Theod. Wagner in Wiesbaden,
Elektrotechnisches Institut der technischen Hochschule in Darmstadt,
Kaiserliches Telegraphenamt in Frankfurt a. M.,
Signalanlagen am Hauptbahnhof Frankfurt a. M.,
Station der elektrischen Bahn Frankfurt a. M.-Offenbach in Oberrad,
Elektrische Centralstation in Darmstadt,
Centralbahnhof in Mainz,
Beleuchtungsstation am städtischen Hafen,
Blockstation der Frankfurter Gasgesellschaft,
Brauerei Essighaus,
Brauerei Henrich,
Restaurant Breuer,
Pfungstädter Bierhalle,
Palmengarten und
Frankfurter Societätsdruckerei dahier;

bei Blitzableiterexcursionen:

Börsengebäude,
Brauerei Jung,
Frankfurter Gewerbekasse,
Opernhaus und das
Haus des Herrn Dr. Fresenius, Grüneburgweg 105.

Die der Lehranstalt zugegangenen Schenkungen und Anschaffungen sind Seite 14, 15 und 17 dieses Berichtes verzeichnet.

Am 12. September schloss der erste Cursus der elektrotechnischen Lehranstalt mit einer feierlichen Entlassung der Schüler, soweit dieselben nicht noch zur spezielleren Ausbildung hier verblieben. Herr Dr. Epstein entwarf dabei einen Rückblick auf die Thätigkeit der Schule während des abgelaufenen Halbjahres und gedachte namentlich auch der zahlreichen interessanten Excursionen, die durch das Entgegenkommen von Behörden und Privaten ermöglicht worden waren, die den Unterrichtsstoff in industrieller Gestaltung vorführten und so den Unterricht in wirksamer Weise ergänzten und den Gesichtskreis erweiterten. Insbesondere aber drängte es sich hier immer wieder dem Auge auf, dass, wo auf technischem Gebiete Grosses geleistet werde, es immer nur mit Hilfe des Anspannens aller Kräfte geschehe und dass man gerade an diesen Stellen den Werth einer tüchtigen praktischen Arbeit wohl zu schätzen verstehe.

Der Besuch der Schule würde seinen Zweck verfehlt, ja statt von Nutzen eher von Schaden gewesen sein, wenn dabei die Achtung und die Freude an der praktischen Arbeit verloren gegangen wäre. Was die Fachschule erstrebte, war, ihren Schülern, die ja sämmtlich ihre Ausbildung in der Werkstätte genossen und grossentheils bereits auf eine längere praktische Thätigkeit zurückblickten, diejenige theoretische Ergänzung zu geben, die sie in den Stand setzen soll, ihr praktisches Können in erhöhtem Masse nutzbringend zu verwerthen Als theoretisches Wissen ist das, was in einem halben Jahre geboten werden kann, gering und für einen Theoretiker bei Weitem nicht ausreichend, aber für den Praktiker vermag es eine solide Grundlage zu bilden, die ihn in den Stand setzt, mit Verständniss zu arbeiten und an der Hand der Praxis zu einer gesichteten Erfahrung zu gelangen. Damit erweitere sich der Kreis von Aufgaben, denen der Einzelne je nach Veranlagung gewachsen sein werde. Die Schüler sollen aber nicht glauben, bereits auf Grund des Umstandes allein, dass sie der Schule angehört haben, Anspruch auf Stellungen besonderer Art erheben zu können; diese würden sie erst durch eifriges Fortarbeiten und Ausnutzung des Gebotenen zu erreichen im Stande sein. Redner sprach schliesslich die Hoffnung aus, dass es den Schülern so gelingen werde, ihren Fähigkeiten entsprechende Stellungen nicht nur zu erringen, sondern vor Allem auch in vollem Masse auszufüllen. Herr Dr. Rössler, als erster Vorsitzender des Vereins, gedachte der Schwierigkeiten, die das junge Unternehmen zu überwinden gehabt und dankte besonders der elektrotechnischen Commission des Vereins für ihre rastlose Thätigkeit, sowie den Lehrern der Anstalt; den abgehenden Schülern gegenüber gab er dem Wunsche Ausdruck, die Arbeit des verflossenen Halbjahres möge ihnen eine recht fruchtbare gewesen sein und ihnen die Anstalt, der physikalische Verein und die Stadt Frankfurt stets in gutem Andenken bleiben. Herr Prof. Dr. Krebs händigte sodann den Schülern die Entlassungsbescheinigungen aus (von der Ausstellung eigentlicher Zeugnisse wurde Abstand genommen) und entliess dieselben mit den besten Wünschen für ihr weiteres Wohlergehen.

Chemisches Laboratorium.

Das chemische Laboratorium stand unter der Leitung des Docenten Herrn Dr. **Lepsius** und der Assistenten Herrn **Krauth** im Wintersemester und Herrn **Sack** im Sommersemester.

Frequenz. Die Arbeitsplätze wurden semester- oder monatweise belegt

im Wintersemester:	im Sommersemester:
von den Herren:	
Bansa	Bansa
Baum	Baum
Gerngross	Gerngross
Jacobi	Herwig
Pollini	Jacobi
Sack	Jung
Speyer	Schilling
Stockhausen.	Schleussner
	Schwabacher
	Schwemer
	Thévenot
	Vogtherr.

Mittheilungen.

Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium.

Chemische Untersuchungen über die Reinigung der Sielwasser im Frankfurter Klärbecken, sowie über die Zusammensetzung des Klärbeckenschlammes.

Von *Dr. B. Lepsius.*

Zweite Abhandlung.

In der in dem letzten Jahresberichte veröffentlichten ersten Abhandlung*) über diesen Gegenstand sind die Resultate niedergelegt worden, welche bei der Prüfung dreier Methoden zur Klärung der Sielwasser, nämlich unter Benutzung von Thonerde und Kalk (Versuchsreihe I—III), von Kalk allein (Versuchsreihe IV) und bei Anwendung von nur mechanischer Klärung, ohne Zuhilfenahme von Chemikalien (Versuchsreihe V) erhalten wurden.

Es sind diesen Untersuchungen die Prüfungen zweier weiterer Klärmethoden gefolgt, deren Resultate, da sie ebenfalls ein allgemeines Interesse für die so wichtige Frage der Klärung der Abwässer besitzen, im Einverständniss mit dem Stadtbaurath des städtischen Tiefbauamtes, Herrn W. H. Lindley, hier folgen sollen. Diese Klärmethoden sind, wie die beiden ersten, chemischer Natur und zwar wurde bei der ersteren ein Zusatz von Eisensulfat und Kalk (Versuchsreihe VI und VII) und bei der letzteren ein solcher von Phosphorsäure und Kalk vorgenommen.

*) Jahresbericht des Physikalischen Vereins für 1887—88.

I. Klärung mit Eisenvitriol und Kalk.

Die Klärversuche mit Eisenvitriol und Kalk wurden in ähnlicher Weise vorgenommen, wie die im November 1887, sowie im Mai und Juni 1888 ausgeführten, indem während 8 Tagen an der Einlaufgallerie die Abwässer mit einem Zusatz von Eisenvitriol und Kalk vermischt wurden, so zwar, dass man auf 100 Gewichtstheile Eisenvitriol *) 35 Gewichtstheile Kalk anwandte. Nachdem auf diese Weise während 8 Tagen die Klärung vor sich gegangen war, wurden am 15. Januar 1889 die folgenden Proben entnommen:

1. Um 12 Uhr Mittags wurde in ganz derselben Weise, wie dies früher angegeben, an drei Stellen des Klärbeckens **) Sielwasser entnommen, nämlich:

a) Sielwasser, wie es an das Klärbecken kommt und zwar aus dem Frankfurter Siel 4 mal mehr, als aus dem Sachsenhäuser Siel.

b) Sielwasser, entnommen an der 2. und 3. Kammer beim Ueberlauf aus der Einlaufgallerie, nach Zusatz der Chemikalien.

c) Geklärtes Wasser, entnommen in der Auslaufgallerie beim Ueberlauf aus der 2. und 3. Kammer.

2. Tagesdurchschnittsproben.

d) Sielwasser, entnommen in der Einlaufgallerie hinter dem Sandfang, vor dem Zusatz von Chemikalien. Es sind in diesem Sielwasser also die im Sandfang und in den Sielvorrichtungen abgesiebten Antheile nicht mehr enthalten. Diese Proben wurden zwischen den Zeiten ½9 Uhr Morgens und 10 Uhr Abends in der Weise genommen, dass nach jeder halben Stunde geschöpft wurde, die Einzelproben in einem grossen Behälter vereinigt, gut durchgemischt und dann davon in die Laboratoriumsflaschen eine Durchschnittsprobe abgefüllt.

e) Geklärtes Wasser aus der Auslaufgallerie, welches in ganz derselben Weise und zwar an den Kammern 2 und 3 genommen wurde, jedoch zwischen den Zeiten ½12 Uhr Mittags und 1 Uhr Nachts. Da das Sielwasser in der Zeit von ½9 Uhr bis ½12 Uhr circa das Klärbecken gerade durchflossen hat, so entspricht die letzte Probenahme dem Sielwasser, welches zwischen ½9 Uhr Vormittags und 10 Uhr Abends eingeflossen ist.

Diese Proben wurden in ganz derselben Weise, wie früher, und nach denselben Methoden der chemischen Analyse unterworfen.

Es wurden dabei folgende Resultate gewonnen:

---

*) In 24 Stunden 6449 Ko. Eisenvitriol mit 27 % lösl. Eisenoxyd.

**) Vergl. Frankfurt a. M. u. s. Bauten. Archit. u. Ingen. Ver. 1886, pag. 500.

VI. Probenahme am 15. Januar 1889

Mittags 12 Uhr.

Klärung durch Eisensulfat und Kalk.

Milligramm im Liter	a Sielw.	b Einlauf	c Auslauf	$\frac{c . 100}{a}$ = %
1 Gesammtrückstand	1254,00	1454,00	1060,00	84
2 Mineralstoffe (Glührückstand)	450,00	590,96	568,00	126
3. Organische Stoffe (Glühverlust)	804,00	863,00	492,00	61
4 Gesammtstickstoff	108,64	199,36	134,40	124
5. Organischer Stickstoff	28,53	23,35	15,00	52,6
6. Oxydabilität durch Sauerstoff	182,58	8,26	6,90	3,79
7. Suspendirte Stoffe	486,00	487,00	140,00	28,7
8 Mineralstoffe (Glührückstand)	66,03	100,00	98,00	148
9. Organische Stoffe (Glühverlust)	420,00	387,00	42,00	10
10. Suspendirter org. Stickstoff	16,41	—	3,13	19
11. Oxydabilität durch Sauerstoff	164,02	5,46	4,60	2,8
12. Gelöste Stoffe	768,00	967,00	920,00	120
13. Mineralstoffe	384,00	490,00	470,00	12,2
14 Thonerde und Eisenoxyd	24,80	112.80	90,31	372
15. Kalk	87,20	50,40	84,00	96,5
16 Kalk als Gyps	42,18	14,28	15,23	36,3
17. Kalk als Nichtgyps	45,02	36,12	68,77	152
18 Schwefelsäure	60,26	20,40	21,76	36,3
19 Kieselsäure	—	—	—	—
20 Organische Stoffe	384,00	477,00	450,00	117
21. Stickstoff	92.23	—	131,27	142
22 Organischer Stickstoff	12,12	—	11,87	98.4
23. Ammoniakstickstoff	80,11	176,01	119,40	149
24. Oxydabilität durch Sauerstoff	18,65	2,65	2,30	12.4

VII. Probenahme am 15. Januar 1889

Tagesdurchschnitt.

Klärung durch Eisensulfat und Kalk.

Milligramm im Liter	a Sielwasser	b Auslauf	$\frac{b.100}{c}$ = %
1. Gesammtrückstand	1362,14	1188,00	87,3
2. Mineralstoffe (Glührückstand) . .	588,00	754,23	128,2
3. Organische Stoffe (Glühverlust) . .	774,14	433,77	55,9
4 Gesammtstickstoff	106,40	75,04	70,1
5. Organischer Stickstoff . . .	29,38	4,07	13,9
6. Oxydabilität durch Sauerstoff .	149,03	28,46	19,2
7. Suspendirte Stoffe	588,00	93,00	15,9
8. Mineralstoffe (Glührückstand) . .	238,00	54,00	22,7
9. Organische Stoffe (Glühverlust) .	350,00	37,00	10,6
10. Suspendirter org. Stickstoff . .	15,20	0,00	0,0
11. Oxydabilität durch Sauerstoff .	127,27	11,819	9,28
12. Gelöste Stoffe	774,00	1095,00	139,5
13. Mineralstoffe	350,00	700,00	200
14. Eisenoxyd und Thonerde . .	18,80	81,60	434
15. Kalk	101,60	61,60	59,8
16 Kalk als Gyps	6,89	16,19	239
17. Kalk als Nichtgyps	94,71	45,41	47,9
18. Schwefelsäure	9,85	23,14	239
19. Kieselsäure	32,00	32,00	100
20 Organische Stoffe	424,00	395,00	93,4
21. Stickstoff	91,20	75,04	82,1
22. Organischer Stickstoff . . .	14,14	4,70	33,9
23. Ammoniakstickstoff	77,02	70,34	90,2
24. Oxydabilität durch Sauerstoff .	21,76	16,64	74,0

Mittelzahlen von VI und VII.

Klärung durch Eisensulfat und Kalk.

Milligramm im Liter	a Sielwasser	b Auslauf	$\frac{b.100}{a}$ = %
1. Gesammtrückstand	1308,07	1124,0	85,6
2. Mineralstoffe (Glührückstand) . .	519,0	661,0	127,1
3. Organische Stoffe (Glühverlust) .	789,0	462,8	58,45
4. Gesammtstickstoff	1075,0	104,72	99,5
5. Organischer Stickstoff . . .	28,95	9,84	33,25
6. Oxydabilität durch Sauerstoff .	165,80	17,68	10.67
7. Suspendirte Stoffe	537,0	116,5	21,6
8. Mineralstoffe (Glührückstand) . .	449,1	76,0	16,92
9 Organische Stoffe (Glühverlust)	385,0	39,5	10,3
10 Suspentirter org. Stickstoff .	15,80	1,56	10,5
11. Oxydabilität durch Sauerstoff .	145,64	8,21	5,64
12. Gelöste Stoffe	771,0	1000,7	136,7
13. Mineralstoffe	367,0	585,0	158,5
14. Eisenoxyd und Thonerde . . .	21,8	85,95	394
15 Kalk	94,4	72,8	77,0
16. Kalk als Gyps	24,53	15,70	63,76
17. Kalk als Nichtgyps	69,86	57,09	81,9
18. Schwefelsäure	35,05	22,45	64,0
19. Kieselsäure	32,8	34,8	130
20. Organische Stoffe	404,0	422,5	124
21. Stickstoff	91,71	103,15	142,5
22. Organischer Stickstoff . . .	13,15	8,28	62,3
23. Ammoniakstickstoff	78,56	94,87	122
24. Oxydabilität durch Sauerstoff .	20,20	9,47	46,7

Beurtheilung der analytischen Resultate.

Es ist zunächst hervorzuheben, dass die Verhältnisse, welche in der Zusammensetzung des gereinigten Wassers obwalten, im Allgemeinen, absolut genommen, weder sehr stark unter einander in den beiden vorliegenden Versuchsreihen, noch auch im Vergleiche mit den gereinigten Wassern der früheren Versuchsreihen abweichen. Es spricht das, wie noch im einzelnen gezeigt werden soll, für das schon früher gesagte, dass die Reinigung nicht wesentlich von den Zuthaten sondern unter den vorliegenden Umständen vielmehr von der mechanischen Wirkung des Klärbeckens abhängt.

Zur besseren Uebersicht sind wiederum die analytischen Resultate der wichtigsten Bestandtheile auf der beigefügten Tafel graphisch dargestellt worden.

1) Gesammtgehalt, Mineralstoffe u. organ. Stoffe. (Diagr. 22—24.)

Es trifft hier dieselbe Erscheinung wie bei den früheren Untersuchungen zu, dass beim Durchlaufen des Klärbeckens die Gesammtstoffe abnehmen, und dass die Mineralstoffe und die organischen Stoffe in der Art mit einander divergiren, dass, weil Mineralstoffe zugesetzt werden, die organischen viel erheblicher abgeschieden werden als diese. In dem vorliegenden Falle, wo im Sielwasser wenig Mineralstoffe vorhanden, ist die Abnahme derselben, aus dem eben angeführtem Grunde sogar negativ d. h. sie vermehren sich. Aus demselben Grunde ist auch die Gesammtabnahme nicht so günstig, wie bei früheren Methoden, wogegen die Abnahme der organischen Stoffe, auf welche es vorwiegend ankommt, sich den früheren ungefähr gleichstellt.

Sehr auffallend ist die Uebereinstimmung, welche bei den verschiedensten Klärmethoden, Jahreszeiten, Tageszeiten also unter den denkbar ungleichartigsten Verhältnissen in der absoluten Höhe des Gehaltes an organischen Stoffen (Glühverlust) im gereinigten Wasser in den vorliegenden sieben Versuchsreihen zu beobachten ist. Dieselbe geht aus folgenden Zahlen hervor:

	Klärmethoden	Organische Substanz (Glühverlust) im Sielwasser	im gereinigten Wasser
1.	Thonerde und Kalk	856	401
2.	do.	1990	428
3.	do.	2215	325
4.	Kalk	1360	432
5.	Mechanisch	960	400
6.	Eisenvitriol und Kalk	804	492
7.	do.	776 *)	433

*) Hier sind die groben Stoffe bereits entfernt.

Gegenüber den so sehr variirenden Mengen im Sielwasser zeigen dieselben im Ausflusswasser eine auffällige Uebereinstimmung, welche mir der beste Beweis dafür zu sein scheint, dass die Entfernung der organischen Stoffe von der chemischen Klärung nur in geringem Maasse abhängig ist.

2) Die Diagramme 23 und 24 zeigen die Veränderungen in Bezug auf suspendirte und gelöste Substanzen.

Wie bei den früheren Versuchen werden auch hier ganz vorzugsweise die suspendirten Stoffe und unter diesen besonders die „organischen" aus dem Sielwasser entfernt; was dagegen die gelösten Stoffe betrifft, so tritt bei den mineralischen, wie dort, stets eine Vermehrung ein, namentlich von den, aus dem Eisenvitriol entstehenden löslichen Sulfaten (in der Versuchsreihe II vermehrt sich die Schwefelsäure auf 239%), während die organischen gelösten Stoffe nur sehr unbedeutende Veränderung in ihrer Quantität erfahren und zwar bei dem Versuche I eine geringe Vermehrung (auf 117%) in der Versuchsreihe II eine geringe Verminderung (auf 93%).

3) Die eben schon bemerkte Thatsache, dass nämlich die organischen suspendirten Stoffe in sehr wirksamer Weise entfernt werden, während dies bezüglich der organischen gelösten Substanzen nur in untergeordneter Weise der Fall ist, tritt noch prägnanter in der Darstellung der Veränderungen derjenigen Stoffe hervor, welche, wie die durch Permanganat zersetzbaren organischen Substanzen, für die Beurtheilung der Reinigung des Sielwassers von ganz besonderer Bedeutung sind. Das Diagramm 25 zeigt diese Thatsache so deutlich, dass darüber nichts mehr gesagt zu werden braucht.

Während die suspendirten leicht oxydirbaren Stoffe im Durchschnitt von

$$145.64 \text{ auf } 8.21 = 5.64\%$$

fallen, so nehmen die entsprechenden gelösten Stoffe ab im Durchschnitt von

$$20.20 \text{ auf } 9.47 = 46.7\%.$$

4) Zur Beurtheilung der Reinigung sind von hygienischer Bedeutung auch die stickstoffhaltigen Stoffe, weil sie als Hauptnährmittel für die Mikroorganismen angesehen werden müssen. Hierbei kommen jedoch nur diejenigen Stickstoffsubstanzen in Betracht, welche keinen Ammoniakstickstoff, sondern nur den sog. organischen Stickstoff enthalten.

Es ist deshalb irrelevant, dass in den vorliegenden Versuchsreihen der Ammoniakgehalt in dem einen Falle (I.) zunimmt, in dem anderen dagegen abnimmt (II.). Bezüglich des organischen Stickstoffs wird nun auch hier das früher beobachtete und das bei den leicht oxydirbaren Bestandtheilen, welche ja z. Th. mit den hier in Betracht kommenden identisch sind, auf's neue bestätigt: indem nämlich der organische suspendirte Stickstoff stärker entfernt wird, als der organische gelöste Stickstoff. (Diagr. 26.)

Im Mittel sind hier folgende Zahlen erhalten worden:

		Sielwasser: Auslauf.	
1.	Organ. Stickstoff, gesammt,	28.95 : 9.84	= 33.25 %,
2.	Organ. Stickst., suspendirt,	15.8 : 1.56	= 10.5 %,
3.	Organ. Stickstoff, gelöst,	13.15 : 8.28	= 62.2 %,
4.	Ammoniakstickstoff,	78.56 : 94.87	= 122 %.

5) Vergleichung der Wirksamkeit der Klärung mittels Eisenvitriols und Kalk mit den früheren Klärmethoden nämlich Thonerdesulfat und Kalk, Kalk allein, und mechanischer Reinigung.

Milligramm im Liter	Sielw. I – VII	Thonerde und Kalk I—III	Kalk IV	Mechan. V	Eisenv. und Kalk VI—VII
1. Gesammtrückstand	1958	1019	955	**838** *)	1124
2. Mineralstoffe (Glührückst.)	705	632	523	**438**	661
3. Organische Stoffe (Glühv.)	1254	**378**	432	400	463
4. Gesammtstickstoff . .	117	67,9	72,3	**44,2**	104,7
5. Organischer Stickstoff	50	11,6	17,2	13,9	**9,5**
6. Oxydabilität	141	22,36	36,76	34	**17,6**
7. Suspendirte Stoffe	1081	158	119	155	**116**
8. Mineralstoffe (Glührückst.)	313	69,2	**20**	63	76
9. Organische Stoffe (Glühv.)	768	88,8	99	92	**39,5**
10. Suspendirter Stickstoff .	42	4,1	4	10	**1,56**
11. Oxydabilität	121	10,88	32,9	24,52	**8,21**
12. Gelöste Stoffe	877	865	836	**688**	1000,7
13. Mineralstoffe (Glührückst.)	392	582	503	**375**	585
14. Thonerde und Eisen .	29,5	15,2	**7,0**	8	85,9
15. Kalk	82.2	155,9	208	121	**72,8**
16. Schwefelsäure	68	179,8	223,5	120,2	**22,4**
17. Organische Stoffe . . .	486	**282**	333	308	422
18 Stickstoff.	75	57,8	68,3	**34,2**	103,2
19. Organischer Stickst. .	11,5	7,3	23,2	**3,8**	8,3
20. Ammoniakstickstoff .	14	50,7	45	**30,3**	94,8
21. Oxydabilität . . .	20	12,81	**3,74**	9,84	9,47

*) Die Maxima sind durch stärkeren Druck hervorgehoben.

Fassen wir unter den vorhandenen Daten diejenigen ins Auge, welche für die Klärung von besonderer Wichtigkeit, nämlich die organischen Gesammtstoffe, die organischen suspendirten und gelösten Stoffe, die stickstoffhaltigen Substanzen, sofern sie organischen und nicht Ammoniakstickstoff enthalten, sowie endlich die leicht zersetzlichen organischen Verbindungen, welche durch die Oxydabilität gekennzeichnet werden, so ergibt sich folgende Beurtheilung der Wirksamkeit der Methode.

1) Was den Gesammtgehalt an festen Stoffen betrifft, so zeigt die Methode sowohl im Ganzen, wie bei den Mineral- und den organischen Stoffen das am wenigsten günstige Resultat.

2) Was die suspendirten Stoffe dagegen betrifft, so ist das Resultat gerade entgegengesetzt, sofern hier vorzugsweise die organischen Substanzen in Betracht kommen und sich bei diesen die Methode am wirksamsten zeigt. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass der Unterschied gegenüber den anderen Methoden kein sehr erheblicher ist, wenn man das Verhältniss zum durchschnittlichen Sielwasser betrachtet, und dass andererseits die suspendirten Mineralbestandtheile, welche ja für den Flusslauf auch nicht unerhebliche Bedeutung haben, im Gegentheil durch diese Methode um ebenso viel mangelhafter, wie die organischen wirksamer entfernt werden.

3) Entscheidender für die Frage ist daher die Entfernung der gelösten Stoffe. Hier bleibt die Methode überall im Rückstande und zwar so sehr, dass die Differenzen gegenüber den anderen Methoden recht erhebliche sind.

Dies ist zumal auch bei den gelösten organischen Stoffen der Fall, und da diese erstens in ihrer Quantität überhaupt die suspendirten übertreffen, dieselben ferner als Hauptnährstoffe für die Mikroorganismen angesehen werden müssen, so spricht hier der Versuch nur zu Ungunsten der Methode.

4) An diesem Resultate vermag auch die Thatsache nichts zu ändern, dass die leicht zersetzbaren organischen Substanzen, welche durch die Oxydabilität beurtheilt werden, in suspendirtem Zustande am ausgiebigsten durch diese Methode entfernt werden, da gleichzeitig zu berücksichtigen ist, dass die gelösten Stoffe eine hervorragende Entfernung nicht erfahren. In dem einen Falle trifft die Wirksamkeit der Methode annähernd mit der Kalkklärung, in dem anderen Falle mit der mechanischen Klärung zusammen.

5) Ganz analog sind endlich auch die Zahlen, welche den organischen Stickstoff zur Anschauung bringen. Sie zeigen im suspendirten ein Minimum, im gelösten Antheil ein Maximum, ebenso wie beim Ammoniakstickstoff ein sehr erhebliches Maximum vorhanden ist.

Das Resultat ist somit folgendes: Die zur Beurtheilung der Methode wichtigen Stoffe werden, sofern sie suspendirt sind, ausgiebiger entfernt als bei anderen Methoden, in geringerem Grade dagegen, sofern sie gelöst sind.

Die Ursache dieser Erscheinung liegt offenbar darin, dass der Niederschlag von Eisenhydroxyd, welcher sich durch die Umsetzung von Eisenvitriol mit Kalk bildet, durch seine Schwere die suspendirten Stoffe wirksamer mit sich niederreist, als es bei der mechanischen Klärung zu erwarten ist, oder bei der Thonerde-Klärung durch Aluminiumhydroxyd, oder bei der Kalkklärung durch Calciumhydroxyd beziehungsweise Calciumcarbonat der Fall ist.

Da nun die suspendirten Stoffe ohnehin schon in jedem Falle in einem sehr günstigen Verhältnisse entfernt werden, dagegen die gelösten Stoffe, und zumal die gelösten organischen Stoffe fast gar nicht, so muss auch das ungünstige Resultat, welches die Methode in Bezug auf die gelösten Stoffe aufweist, das günstigere betreffs der suspendirten Stoffe überwiegen.

Wenn demgemäss auch nicht verkannt werden soll, dass die Klärung mit Eisenvitriol und Kalk in gewisser Beziehung eine wirksamere genannt werden muss, als die früheren, so kann ihr nach den vorliegenden Untersuchungen im Allgemeinen und unter Berücksichtigung aller in Betracht kommender Verhältnisse **ein höherer Werth als den früheren nicht beigelegt werden. Die Nachtheile, welche dieselbe zeigt, werden durch ihre Vortheile nicht ausgeglichen.**

Die Analysen der Schlammproben haben folgende Resultate ergeben:

Schlammprobe vom 15. Jan Klärung: Eisensulfat und Kalk	1 Liter Schlamm enthält: am Sandfang abgesiebte Stoffe	1 Liter Schlamm enthält: Schlamm von der Schlammpumpe	100 Theile Trockensubstanz: am Sandfang abgesiebte Stoffe	100 Theile Trockensubstanz: Schlamm von der Schlammpumpe
	mg.	mg.	%	%
1. Gesammtgehalt an festen Stoffen	190360	33428	100,00	100,00
2. Mineralstoffe	57320	15348	30,11	45,91
3. Eisen und Thonerde	7000	5977	3,67	17,88
4. Magnesia	Spur	215	Spur	0,64
5. Kalk	3260	5523	1,71	16,52
6. als Gyps	345	502	0,59	1,50
7. als Nichtgyps	2915	5021	1,52	15,02
8. Schwefelsäure	435	717	0,22	1,50
9. Kali	84,96	65,57	0,045	0,19
10. Phosphorsäure	1304,6	213,4	0,68	0,63
11. Organische Stoffe	133040	18080	69,89	54,09
12. Stickstoff	—	989,4	—	2,96
13. Organisch	—	671,9	—	2,01
14. Ammoniakstickstoff	475,9	317,5	0,25	0,95

II. Klärung durch Phosphorsäure und Kalk.

1. Die Klärung und die Probenahmen wurden in derselben Weise vorgenommen, wie bei den früheren Versuchsreihen.

2. Die Klärungszeit betrug 90 Betriebsstunden, welche sich auf 6,428 Tage mit je 14 Arbeitsstunden vertheilen. Die Probenahme geschah am 15. Oktober 1889, Mittags 12 Uhr.

3. Es wurde aus dem Frankfurter und dem Sachsenhäuser Siel, im Verhältniss von 4 : 1, das „Sielwasser" — aus der Einlaufgallerie am Klärbecken No. 2 und 3 das „Einlaufwasser" — aus der Auslaufgallerie am Klärbecken No. 2 und 3 das „Auslaufwasser" — unter den früher angegebenen Vorrichtsmaasregeln entnommen.

4. Die Klärmittel, Phosphorsäure und Kalkmilch, wurden während der 90 Betriebsstunden in folgender Menge angewendet.

a) Rohe Phosphorsäure (mit 45% P_2O_5) im Ganzen in 6,428 Tagen à 14 Betriebsstunden Ko. 6987,
oder pro Stunde Ko. 77,63,
oder pro Tag, also auf ca. 25000 Kubikmeter Ko. 1086,82,
oder pro Kubikmeter Sielwasser Ko. 0,04347,
oder pro Liter Sielwasser mg. 43,47.

Berechnet auf 100 procentige Phosphorsäure (P_2O_5) wurden verwendet im Ganzen in 6,428 Tagen à 14 Stunden Ko. 3144,15,
oder pro Stunde Ko. 34,93,
oder pro Tag, also auf ca. 25000 Kubikmeter Ko. 489,02,
oder pro Kubikmeter Sielwasser Ko. 0,01756,
oder pro Liter Sielwasser mg. 17,56.

b) Der Kalk wurde in Form von Kalkmilch verwendet und zwar bestehend in 10000 Ko. dolomitischer und 7756,25 Ko. weisser Marmor-Kalk, also im Ganzen in 6,428 Tagen à 14 Stunden Ko. 17756,25,
oder pro Stunde Ko. 197,29,
oder pro Tag, also auf ca. 25000 Kubikmeter Ko. 2762,06,
oder pro Kubikmeter Sielwasser Ko. 01104,
oder pro Liter Sielwasser mg. 110,4.

5. In den 90 Betriebsstunden wurde eine Schlammmenge (mit 90% Wassergehalt erzielt von Kubikmeter 819,
oder pro Stunde Kubikmeter 9,10,
oder pro Tag, (à 14 Betriebsstunden) Kubikmeter 127,40,
oder aus ca. 25000 Kubikm. Sielwasserschlamm Kubikm. 127,40,
oder aus 1 Kubikmeter Sielwasser Kubikmeter 0,005096,
oder aus 1 Liter Sielwasserschlamm, gr. 5,096,
oder aus 1 Liter Sielwasser Trockensubstanz, gr. 0,5096.

6. Die chemische Untersuchung wurde in ganz derselben Weise, wie früher, ausgeführt, nur wurde es unter diesen Umständen wünschenswerth, auch die vorhandene Phosphorsäure zu bestimmen.

Die chemischen Analysen haben zu folgenden Resultaten geführt:

Probenahme am 15. Oktober 1889

Mittags 12 Uhr.

Klärung durch Phosphorsäure und Kalk.

	Ein Liter enthält mgr.	a Sielw.	b Einlauf	c Auslauf	$\frac{c.100}{a}$ = %
1	Gesammtrückstand	1847,0	1541,5	754,0	40,8
2.	Mineralstoffe (Glührückstand) . .	886,0	1054,0	404,0	45,6
3.	Organischer Stickstoff Glühverlust)	961,0	457,5	350,0	36,4
4.	Gesammtstickstoff	131,8	110,9	44,9	34,0
5.	Ammoniakstickstoff	82,4	69,7	35,2	43,4
6.	Organischer Stickstoff . . .	39,4	41,2	9,7	24,6
7.	Oxydabilität: Permanganat . .	268,3	163,8	90,6	33,8
8.	Oxydabilität: Sauerstoff . . .	67,8	41,4	22,9	33,8
9.	Phosphorsäure P_2O_5	67,4	53,2	38,3	56,9
10.	Calciumphosphat $Ca_3 (PO_4)_2$ . .	147,1	116,1	83,6	56,9
11.	Suspendirte Stoffe	1120,5	854,5	79,0	70,6
12.	Mineralstoffe (Glührückstand) . .	471,0	569,5	69,0	14,6
13.	Organische Stoffe (Glühverlust) .	649,5	285,0	10,0	1,5
14.	Gesammtstickstoff	44,9	31,5	9,7	21,6
15.	Ammoniakstickstoff	3,7	6,3	0	0
16.	Organischer Stickstoff . . .	41,2	25,2	9,7	23,6
17.	Oxydabilität: Permanganat . .	185,4	115,4	48,4	26,0
18.	Oxydabilität: Sauerstoff . . .	46,9	29,1	12,2	26,0
19.	Phosphorsäure	36,4	46,5	18,4	50,5
20.	Calciumphosphat	79,6	101,6	40,2	50,5
21.	Gelöste Stoffe	726,5	687,0	675,0	93,2
22.	Mineralstoffe (Glührückstand) . .	415,0	514,5	335,0	80,5
23.	Eisenoxyd Thonerde	59,6	67,5	71,6	120,0
24.	Kalk	56,0	39,4	68,8	123,0
25.	Kalk als Gyps	39,2	39,4	52,5	134,0
26.	Kalk als Nichtgyps	16,8	0	16,3	97,0
27.	Schwefelsäure	56,9	64,5	75,0	132,0
28.	Kieselsäure	28,7	17,0	22,5	75,0
29.	Phosphorsäure	31,0	6,7	19,8	63,9
30.	Calciumphosphat	67,7	—	43,2	63,9
31.	Organischer Stickstoff (Glühverlust)	311,5	172,5	340,0	109,2
32.	Gesammtstickstoff	86,7	79,4	35,2	40,6
33.	Ammoniakstickstoff	78,7	63,4	35,2	44,6
34.	Organischer Stickstoff . . .	8,0	16,0	0	0
35.	Oxydabilität: Permanganat . .	82,9	48,4	42,2	51,3
36.	Oxydabilität: Sauerstoff . . .	20,9	12,3	10,7	51,3

Beurtheilung der analytischen Resultate.

7. Was zunächst die Sielwasserzahlen betrifft, so zeigen die am 15. October 1889 entnommenen Proben keine erheblichen Abweichungen von dem Mittel der früheren Sielwasseruntersuchungen vom 6. November 1887, vom 25. und 29. Mai, vom 5. und 13. Juni 1888 und vom 15. Januar 1889, wie z. B. aus folgenden Zahlen ersichtlich.

	I. Mittelzahlen der Versuchsreihen I—VII.	II. Zahlen der Versuchsreihe VIII.
Gesammtgehalt	1958	1847
Gesammt Mineralstoffe	705	886
Gesammt organische Stoffe	1254	931
Gesammtstickstoff	117	161
Suspendirte Stoffe	1081	1120
Suspendirte Mineralstoffe	313	471
Suspendirte organische Stoffe	768	649
Suspendirter org. Stickstoff	42	41
Gelöste Stoffe	877	726
Gelöste Mineralstoffe	392	415
Gelöste organische Stoffe	486	311
Gelöster Stickstoff	75	87

Es geht daraus zur Genüge hervor, dass es, ebenso wie früher, berechtigt erscheint, die Resultate der vorliegenden Klärung mit den früheren zu vergleichen.

Wie die früheren Untersuchungen, so hat auch die vorliegende in ganz evidenter Weise gezeigt, dass im Allgemeinen der Grad der Klärung nicht abhängig ist von der Wahl der verwendeten Klärmittel, sondern vielmehr als eine Function des Klärbeckens als solchen angesehen werden muss. Dies geht aus der auch bei den gegenwärtigen Resultaten unverkennbaren Thatsache hervor, dass die Mengen der im gereinigten Wasser vorhandenen Substanzen, seien sie in suspendirtem oder in gelöstem Zustande, seien sie mineralischer oder organischer Natur, einerseits bei den verschiedenen chemischen Klärmethoden untereinander, andererseits auch bei der mechanischen Klärung im Allgemeinen einer und derselben Grössenordnung angehören.

In diesem Sinne, schliessen sich auch die Resultate der vorliegenden Untersuchungen denen der früheren vollkommen an.

Was die Klärmethode als solche betrifft, so beruht, ihre Anwendung auf der folgenden Erwägung. Der Umstand, dass der Zusatz von Chemikalien behufs Abscheidung der Verunreinigungen aus den städtischen Abwässern der nachfolgenden Verwerthung der abgeschiedenen Stoffe für die Landwirthschaft bei den früheren Klärmethoden dadurch im Wege stand, dass der als Dünger zu verwendende Schlamm durch landwirthschaftlich unwirksame Stoffe, wie Thonerde, Kalk, Eisenoxyd, erheblich beschwert, verdünnt und ent-

werthet werde, legt den Gedanken nahe, zur Abscheidung solche Stoffe zu verwenden, welche nicht nur für die Klärung, sondern auch für die Düngung wirksam sind; das Klärbecken somit gleichzeitig, so zu sagen, in eine Düngerfabrik zu verwandeln. Hierbei wird, selbst wenn das Klärmittel einen beträchtlich höheren Preis besitzt, die Klärung doch ökonomischer, als bei Anwendung anderer Klärmittel, weil für den Fall, dass das Klärmittel ganz in den Schlamm übergeht, der Werth desselben nicht verloren geht, sondern in demselben Maasse den Dungwerth des Schlammes vermehrt ohne eine Belastung oder Verdünnung desselben mit unwirksamen Stoffen hervorzurufen. Unter diesen Umständen würde die Klärung selbst keine Kosten verursachen.

Eines der wichtigsten Nahrungsmittel für alle Pflanzen ist die Phosphorsäure, welche bei der Herstellung von künstlichem Dünger in Form von Calciumphosphat verwendet wird. Diesen Stoff kann man in ähnlicher Weise, wie die früheren Mittel, zur Klärung verwenden, wenn man denselben als Niederschlag in dem zu reinigenden Sielwasser entstehen lässt, was dadurch erzielt wird, dass man diesem Phosphorsäure und Kalkmilch zufügt. Nach der Umsetzungsgleichung

$$2\ H_3PO_4 + 3\ Ca(OH)_2 = Ca_3(PO_4)_2 + 3\ H_2O$$

Phosphorsäure Kalk Calciumphosphat Wasser

wird in dem Wasser ein flockiger Niederschlag hervorgerufen, welcher geeignet ist, andere, insbesondere suspendirte Stoffe mit niederzureissen.

Auch zu der Bildung von anderen unlöslichen und niederfallenden Stoffen kann die Phosphorsäure beitragen. In Gegenwart von Ammoniak und Magnesiumsalzen, welche in dem Sielwasser reichlich vorhanden, wird z. B. durch die Phosphorsäure ein Niederschlag von Magnesium Ammoniumphosphat gebildet, nach folgender Gleichung:

$$H_3PO_4 + MgCl_2 + 3\,NH_4OH = NH_4MgPO_4 + 2\,NH_4Cl + 3\,H_2O$$

Phosphorsäure, Magnes.-chlorid, Ammoniak, Ammon-magn.phosph., Ammon.-chlorid, Wasser.

Allerdings muss hierbei hervorgehoben werden, dass das Calciumphosphat zwar in Wasser fast ganz unlöslich ist, seine Löslichkeit aber durch die Gegenwart anderer Salze erheblich befördert wird. Es sind namentlich die Ammoniaksalze und die Chloride, welche seine Löslichkeit erhöhen und solche Salze sind in den Sielwassern gerade reichlich vertreten. So lösst sich im Liter Wasser mit $^1/_{12}$ des Gewichtes an Kochsalz bei gewöhnlicher Temperatur 0,33 gr. Calciumphosphat auf.

Das Magnesiumammoniumphosphat ist zwar in heissem Wasser unlöslich von einem Liter kalten Wassers jedoch werden 0,05 gr. aufgelöst. Daher kommt es auch, dass bereits in dem ursprünglichen Sielwasser reichliche Mengen von Phosphorsäure neben Calcium, Magnesium und Ammoniak in gelöstem Zustande vorhanden sind und man muss daher auch erwarten, dass das gereinigte Wasser entsprechende Mengen von Phosphorsäure, abgesehen von den suspendirten Antheilen, auch in g e l ö s t e m Zustande mit fortführt.

Es wird also nachzuweisen sein, in wie weit die vorerwähnten Vortheile einer Klärung mit Phosphorsäure durch diese Verluste beeinträchtigt werden, wobei der höhere Preis der Phosphorsäure natürlich ins Gewicht fällt.

8. Was zunächst den Kläreffect dieser Methode an und für sich und gegenüber den früheren Methoden betrifft, so lässt derselbe, wie aus den beigefügten graphischen Darstellungen deutlich hervorgeht, nichts zu wünschen übrig.

a) Die Sielwasserzahlen *) entsprechen, wie schon erwähnt, den Erwartungen, d. h. sie liegen nahe bei den Mittelzahlen aus den früheren Untersuchungen.

b) Die Zahlen der Einlaufgallerie zeigen ebenfalls normale Verhältnisse an, insofern dieselben meistens zwischen die Zahlen des Sielwassers und der Auslaufgallerie fallen. Dies ist gerechtfertigt, weil vor der Einlaufgallerie die groben Stoffe entfernt werden, hinter derselben in den Langbecken der Schlamm abgesetzt wird. Die letztere Abscheidung übertrifft im Ganzen, wie zu erwarten, die erstere. Die Abweichungen hiervon sind ebenfalls leicht erklärlich. Die suspendirten Mineralstoffe werden durch den vor der Einlaufgallerie zugefügten Kalk, sowie durch bereits ausgefallenes Calciumphosphat erhöht, die gelösten organischen Stoffe werden durch diese Fällung ebenfalls niedergeschlagen, lösen sich aber bei der späteren Wanderung durch die Langbecken zum Theil wieder auf. Es werden hier vielleicht vorübergehend Phosphate von Eiweissstoffen etc. gebildet werden, welche später durch die Einwirkung des gelösten Kalks wieder zersetzt werden und wieder in Lösung gehen.

c) Zur übersichtlicheren Betrachtung der Zahlen des Auslaufwassers, und zur Vergleichung derselben mit dem Sielwasser sind diese in den Diagrammen 27—29 gesondert dargestellt.

Auch hier zeigt sich dasselbe Bild, wie bei früheren Klärungen. Die Klärung beträgt im Ganzen 59,2%, woran sich die organischen Stoffe reichlicher betheiligen als die mineralischen. Erstere nehmen auf 36.4% ab, letztere auf 45,6, obwohl im Sielwasser die organischen Stoffe überwiegen. Da Mineralstoffe zugesetzt werden, ist die relative Erhöhung derselben erklärlich. Dass die organischen Stoffe (Glühv.) auf 36,4% erniedrigt werden, ist gewiss als ein günstiges Resultat anzusehen.

Die suspendirten Stoffe (Diagr. 28) betheiligen sich an diesem Resultate selbstverständlich in höherem Maasse, sofern die Menge der gelösten Stoffe nur von 100 auf 93, die der suspendirten Stoffe dagegen von 100 auf 7 herabsinkt. Auch hieraus folgt von Neuem,

*) Sämmtliche Zahlen sind am Schlusse in einer Tabelle übersichtlich zusammen gestellt.

dass die Wirkung des Klärbeckens als solchen, d. h. die mechanische Abscheidung der suspendirten Stoffe eine ganz hervorragend gute ist.

Dass unter den suspendirten Stoffen die organischen (d. h. der Glühverlust) noch erheblicher ausgeschieden werden, als die mineralischen, ist von besonderem Werthe, sie fallen von 100 auf 1,5, was jedoch dadurch wieder etwas in Frage gestellt wird, dass sich dieselben in dem gelösten Theile vermehren (Diagr. 29), was bereits bei früheren Gelegenheiten beobachtet und dadurch erklärt worden ist, dass der Kalk die Umwandlung der suspendirten organischen Stoffe in lösliche Körper befördert. Ob nun die organischen Stoffe im abfliessenden Wasser suspendirt oder gelöst sind, ist für den Reinheitsgrad desselben belanglos. Diese Beeinträchtigung ist jedoch nur eine sehr geringe, weil die Vermehrung der gelösten organischen Stoffe nur 9% beträgt, die Abnahme der organischen suspendirten dagegen 98,5%.

d) Oxydabilität durch Permanganat. Diagr. 30. Die leichtzersetzlichen organischen Substanzen, welche durch Uebermangansäure oxydirt werden können, geben einen trefflichen Maasstab für die Reinigung ab. Im Ganzen werden diese Stoffe von 100 auf 33,8 erniedrigt, die suspendirten von 100 auf 12, die gelösten von 100 auf 51,3. Die Abnahme dieser leicht zerstörbaren organischen Stoffe ist also beträchtlicher als die der sog. organischen Stoffe (Glühverlust) überhaupt.

e) Stickstoffgehalt. In noch sicherer Weise wird der Reinheitsgrad der Abwässer durch den darin befindlichen Stickstoffgehalt beurtheilt, denn als Nährstoffe für Mikroorganismen sind besonders die stickstoffhaltigen organischen Körper zu betrachten. Hierbei muss allerdings von dem Ammoniak abgesehen werden, weil derselbe nicht mehr als Nahrungsstoff dienen kann, vielmehr das Endprodukt des Zerfalls der stickstoffhaltigen Nährstoffe darstellt und daher zwar als solches für die Beurtheilung der Wasser von hohem Interesse, aber nicht mehr zu den für den Flusslauf schädlichen, also zu entfernenden Stoffen zu rechnen ist.

Es kommt bei dieser Betrachtung also weniger auf den Gesammt-Stickstoff oder auf den Ammoniakstickstoff als auf die Differenz von beiden, nämlich auf den organischen Stickstoff an.

Die Stickstoffabscheidung ist im Ganzen eine ausgiebige. Von besonderem Interesse ist die Thatsache, dass bei der Phosphorsäure-Klärung der gelöste Ammoniakstickstoff eine erhebliche Abnahme erfährt, während bei früheren Klärungen stets entweder eine Zunahme oder eine geringe Abnahme beobachtet worden ist. Der Grund davon liegt ohne Zweifel in der Bildung des oben bereits besprochenen Niederschlages von Ammonium-Magnesiumphosphat, wodurch ein Theil des Ammoniaks in den Schlamm übergeführt wird.

Der organische Stiffstoff fällt bei der Phosphorsäureklärung in ergiebiger Weise, nämlich im Ganzen von 100 auf 24,6 ab. Die geringen Antheile davon, welche sich ursprünglich in Lösung befinden, werden in unlösliche Substanzen übergeführt, sodass das abfliessende Wasser den ganzen organischen Stickstoff in suspendirtem Zustande enthält.

f) Am wichtigsten bei Beurtheilung dieser Methode ist natürlich die Vertheilung der Phosphorsäure. Die Bestimmungen hatten folgende Ergebnisse:

	Sielwasser	Einlauf	Auslauf
Phosphorsäure als P_2O_5 . .	67,4	53,2	38,3
als Calciumphosphat . .	147,13	116,14	83,61
Suspendirte Phosphorsäure . .	36,44	46,53	18,42
als Calciumphosphat . .	79,55	101,57	40,21
Gelöste Phosphorsäure . . .	31,0	6,7	19,8
als Calciumphosphat . .	67,67	14,63	43,22

Zunächst ist die Thatsache zu erklären, warum die Gesammtphosphorsäure, welche im Sielwasser 67,4 mgr. pro Liter beträgt, in der Einlaufgallerie abnimmt, während doch Phosphorsäure vor der Einlaufgallerie noch hinzugefügt wird und zwar pro Liter 17,56 mgr. Es sollten also die 67,4 mgr. auf 84,96 mgr. anwachsen; statt dessen fallen sie auf 53,2 mgr. Diese Erscheinung muss offenbar dadurch erklärt werden, dass ein erheblicher Theil der Phosphorsäure in den schwimmenden oder suspendirten Fäcalmassen des Sielwassers, in den Knochen und anderen Theilen der Schlachtabgänge etc., welche reichlich Phosphorsäure enthalten, durch den Sandfang und die Siebvorrichtungen entfernt wird, sodass nicht nur keine Vermehrung, sondern trotz des Hinzufügens von Phosphorsäure eine Verminderung derselben eintritt.

Die Menge von Phosphorsäure, welche hier fortgenommen wird, ergibt sich aus folgender Rechnung:

	pro Liter
Im Sielwasser Phosphorsäure . . .	67,40 mgr.
Zugefügt	17,56 „
Zusammen	84,96 mgr.
In der Einlauf-Gallerie gefunden .	53,20 „
Rest	31,76 mgr.,

welche im Sandfang und den Siebvorrichtungen entfernt worden sind. Diese Rechnung lässt sich nun kontrolliren und findet durch folgende Zahlen eine erwünschte Bestätigung.

Es ist bereits oben angegeben worden, dass pro Tag 127,4 Cubikmeter Schlamm producirt worden sind. Da täglich ca. 25,000 Cubikmeter Sielwasser verarbeitet wurden, so hat ein Liter Sielwasser 0,0059096 Liter Schlamm geliefert. Es ist nun ferner gefunden worden:

	Phosphorsäure	
in 1 Liter Schlamm	2940,00	mgr.
demnach in 0,0059096 Liter	17,37	,,
Aus jedem Liter Sielwasser gehen also in den Schlamm	17,37	,,
Ferner sind im Liter Ausflusswasser gefunden worden	38,30	,,
Zusammen	55,67	mgr.
Es gehen also pro Liter Sielwasser aus den Klärbecken in Ausfluss und Schlamm fort . . .	55,67	,,
während hineingekommen sind im Sielwasser 67,40		,,
durch die Chemikalien . . . 17,56		,,
Zusammen	84,96	,,
Die Differenz dieser beiden Zahlen	29,29	,,
ergiebt somit die im Sandfang und den Siebvorrichtungen abgeklärte Phosphorsäure, welche mit der oben berechneten von	31,76	,,

innerhalb der vorhandenen Fehlergrenzen völlig übereinstimmt.

Der Haushalt der Phosphorsäure in den Klärbecken ist damit völlig festgestellt und ergiebt sich folgendermassen:

1. Im Sielwasser pro Liter suspendirt	36,4		mgr.
2. ,, ,, ,, ,, gelöst .	31,0		,,
3. ,, ,, ,, ,, im Ganzen . . .		67,4	,,
4. Im Sandfang etc. wird in suspendirten Stoffen entfernt:			
a) aus der Differenz von Sielwasser und Einlaufwasser berechnet	31,76		,,
b) aus der Differenz von Eingang und Abgang an Phosphorsäure berechn.	29,29		,,
im Mittel:		30,5	,,
5. Demnach bleiben im Sielwasser hinter dem Sandfang		36,9	,,
6. Die zugesetzte Phosphorsäure beträgt . . .		17,6	,,
7. Demnach sollen sein in der Einlaufgallerie .		54,5	,,
8. gefunden wurden darin			
9. suspendirt	46,5		,,
10. gelöst	6,7		,,
11. also im Ganzen		53,2	,,
12. hiervon gehen in den Schlamm		17,4	,,
in das Auslaufwasser			
13. suspendirt	18,4		,,
14. gelöst	19,8		,,
15. im Ganzen		38,2	,,

Bilanz:

Eingang		Abgang	
1. im Sielwasser .	67,4 mgr.	1. im Sandfang etc.	29,4*) mgr.
2. Zusatz	17,6 „	2. „ Schlamm . .	17,4 „
		3. „ Auslauf . .	38,2 „
Summa	85,0 mgr.	Summa	85,0 mgr.

Diese Verhältnisse sind schematisch auf beigegebener Tafel dargestellt.

Was nun endlich das Resultat betrifft, so sieht man, dass dasselbe den gehegten Erwartungen nicht entspricht. Die ganze Anwendung der Phosphorsäureklärung ist in der Erwägung erfolgt, den Schlamm mit Phosphorsäure derart zu bereichern, dass die Wertherhöhung, welche derselbe dadurch erfährt, dem Preise für die angewendete Phosphorsäure gleichkommt. Es ist aber bereits oben erwähnt worden, welche Bedenken dagegen erhoben werden können, wenn man annehmen wollte, dass die ganze Phosphorsäuremenge, welche im Sielwasser vorhanden ist, in den Schlamm übergehe. Man sieht in der That, dass die Wirklichkeit von dieser Annahme sehr weit entfernt bleibt. Von den ursprünglich vorhandenen 67,4 mgr. fallen im Sandfang, also bevor chemische Zusätze gemacht werden, 30,5 mgr. heraus.

Diese Abfallstoffe sind verwerthbar, enthalten fast doppelt soviel Phosphorsäure, als der später erzielte Schlamm, werden aber auf rein mechanischem Wege abgeschieden.

Es bleiben noch 36,9 mgr. Phosphorsäure im Wasser, 17,6 mgr. werden zugesetzt, von den nun vorhandenen 54,5 mgr. aber gehen nur 17,4 mgr. in den Schlamm über, während mehr als doppelt soviel im Abwasser bleibt und halb suspendirt, halb gelöst in den Main abfliesst.

Von im Ganzen eingegangenen 85 mgr. Phosphorsäure werden demnach nutzbar gemacht, nur etwa die Hälfte, nämlich 48,1, und hiervon werden 30,5 mgr. auf rein mechanischem Wege gewonnen, während ca. 1/3 nämlich 17,6 mgr. schliesslich in den Schlamm übergehen.

In wie weit diese 17,6 gr. vermöge der Klärung mit Phosphorsäure im Schlamm erzielt werden, lässt sich ebenfalls feststellen, wenn man diesen Gehalt vergleicht mit früheren Schlammanalysen, bei welchen keine Phosphorsäure angewendet wurde.

Diese zeigen folgenden Phosphorsäuregehalt:	Ein Liter Schlamm enth. mgr.	100 Theile Trockensub. enth. %
1. Klärung mit Thonerde und Kalk	490,0	0,75
2. Klärung mit Kalk	662,6	0,73
3. Klärung mechanisch	1049,5	0,71
4. Klärung mit Eisensulfat und Kalk	213,4	0,64
5. Klärung mit Phosphorsäure und Kalk . . .	2940,0	1,65

*) Statt der berechneten Zahlen 29,29, bezw. 31,76, deren Mittel 30,5 sein würde, ist hier 29,4 gesetzt, wodurch die Versuchsfehler eliminirt werden.

Diese Tabelle zeigt in der That, dass der Phosphorsäuregehalt mehr als das doppelte beträgt von den bei früheren Klärungen erzielten Mengen Phosphorsäure im Schlamm, nämlich 1,65% gegen 0,7% im Mittel.

Nun ergibt aber folgende Rechnung, dass diese Erhöhung des Gehalts an Phosphorsäure keineswegs der zugesetzten Menge entspricht.

Die in dem Schlamm der letzten Klärung gefundene und pro Liter Sielwasser berechnete Phosphorsäuremenge entspricht nämlich fast genau der pro Liter Sielwasser zugesetzten:

zugesetzt wurden . . . . 17,6 mgr.
im Schlamm wurden gefunden 17,4 „

Wenn nun fast die Hälfte der in Schlamm vorhandenen Phosphormenge bereits bei früheren Klärmethoden ebenfalls erhalten wurde, so entspricht nur die andere Hälfte der zugesetzten Phosphorsäure und so betheiligt sich auch die zugesetzte Phosphorsäure ihrerseits nur zur Hälfte an diesem Resultate.

Danach würde man also viel weiter kommen, wenn man nicht die Phosphorsäure, welche hierbei zur Hälfte in den Main läuft, zum Klären verwendete, sondern wenn man mechanisch klären und dann die Phosphorsäure direct zum Schlamm hinzusetzen würde. Dann würde man die ganze Phosphorsäure ausnützen, so nur die Hälfte.

Bei dem verhältnissmässig hohen Preise der Phosphorsäure fällt natürlich der Werth dieser Klärmethode auf ein geringes Maass zusammen, denn die Erhöhung des Schlammes an Phosphorsäure muss mit dem doppelten Preise bezahlt werden.

10. Vergleichung der Wirkungsweise der Phosphorsäure-Klärung mit anderen Methoden.

In der auf nächster Seite folgenden Tabelle sind die Resultate der fünf geprüften Klärmethoden mit dem Mittel von acht verschiedenen Sielwassern verglichen worden. Die Minima sind durch den Druck hervorgehoben worden. Man sieht, dass die Phosphorsäureklärung im Allgemeinen günstige Resultate erreicht. In wie weit dieselben erheblich sind, gibt die Vergleichung der wichtigsten Substanzen auf graphischem Wege. Auf der Tafel (Diagr. 36—47) sind diese Zahlen graphisch dargestellt. Daraus ergibt sich, dass die Phosphorsäureklärung meistens das beste Klärwasser liefert.

a) Die Gesammtstoffe nehmen noch reichlicher ab, als früher bei der mechanischen Klärung gefunden wurde. Dies hat nicht etwa in einem zufällig sehr reinen Sielwasser seinen Grund, denn der Gesammtgehalt ist in beiden Fällen fast derselbe nämlich 1910 und 1840 mgr.

b) Dasselbe trifft für die Mineralstoffe und den Glühverlust (sog. organische Stoffe) zu. Die ersteren differiren nur sehr wenig von der mechanischen Klärung, die letzteren etwas stärker. Immerhin aber muss man zugeben, dass die Zahlen aus der bei anderen Methoden auftretenden Grössenordnung nicht wesentlich heraustreten, sondern dass sie sich jenen anschliessen.

Ein Liter enthält mgr.	1 Sielwasser Mittel aus I-VIII	2. I-III Thonerde und Kalk	3. IV Kalk	4. V Mechanisch	5. VI-VII Eisensulfat und Kalk	6. VIII Phosphorsäure und Kalk
		Geklärtes Wasser				
1. Gesammtgehalt . . .	2062	1019	955	838	1124	**754**
2. Mineralstoffe (Glühr.)	759	632	523	438	661	**404**
3. Organ. Stoffe (Glühv.)	1304	378	432	400	463	**350**
4. Stickstoff . . .	120	68	72	**44**	108	45
5. Organ. Stickstoff .	54	12	17	14	**9**	10
6. Oxydirbarkeit . .	126	22	37	34	**18**	23
7. Suspendirte Stoffe . .	1164	158	119	155	116	**79**
8. Mineralstoffe (Glühr.)	387	69	**20**	63	76	69
9. Organ. Stoffe (Glühv.)	806	89	99	92	39	**10**
10. Organ. Stickstoff	45	4	4	10	**1,5**	10
11. Oxydirbarkeit . .	108	11	33	25	**8**	12
12. Gelöste Stoffe . . .	898	865	836	683	1006	**675**
13. Mineralstoffe (Glühr.)	381	582	503	375	585	**335**
14. Eisenox. Thonerde	35	15	**7**	8	86	72
15. Kalk	77	156	208	121	73	**69**
16. als Gyps . . .	33	90	113	60	**16**	52
17. als Nichtgyps .	41	66	95	61	57	**16**
18. Schwefelsäure . .	71	180	224	120	**22**	75
19. Kieselsäure . . .	30	—	—	—	130	22
20. Organ. Stoffe (Glühv.)	517	**282**	333	308	422	340
21. Stickstoff . . .	75	58	68	**34**	103	35
22. Organ. Stickstoff	11	7	23	4	8	**0**
23. Ammoniakstickst.	63	51	45	**30**	95	35
24. Oxydirbarkeit . .	18	13	**4**	10	9	11

c) Dies letztere sieht man in ganz evidenter Weise bei den **suspendirten Stoffen**, welche wie immer von der Reinigung am meisten betroffen werden. Aber wenn auch hier die eine oder andere Methode günstig hervortritt, so sind die Unterschiede doch so gering im Verhältniss zur Gesammtwirkung, dass sie kaum über die Grenzen der unvermeidlichen Versuchsfehler hinausgehen.

d) Während hier die Phosphorsäureklärung durch den niedrigen Gehalt an organischen suspendirten Stoffen hervortritt, so wird dieser Vortheil bei den gelösten wieder eingebüsst, wo allerdings die mineralischen niedriger stehen, die organischen jedoch, auf welche es allein ankommt, höher als bei der mechanischen Klärung. Es spricht sich hier wieder die oft wahrgenommene Einwirkung des Kalks aus, die organischen Stoffe in lösliche Form zu verwandeln. Ob aber die organischen Stoffe gelöst oder suspendirt in den Flusslauf gelangen, ist unerheblich. Es dürfte wenigstens eher das erstere vorgezogen werden müssen, also die mechanische Klärung auch der Phosphorsäureklärung.

e) Ganz ähnlich liegen endlich die Verhältnisse bei der Oxydabilität und man ist auch hier immer von Neuem erstaunt, wie unter so verschiedenen Umständen, bei verschiedenen Jahreszeiten und ganz verschiedenen Klärmethoden die Resultate sich immer auf fast derselben Stufe einstellen. Auch die Wirkung der Phosphorsäuremethode auf die leicht oxydirbaren organischen Stoffe zeigt denselben Verlauf wie die der früheren Methoden. Die Sauerstoffzahl fällt bei suspendirten und gelösten Stoffen völlig in die Zahlen der anderen Methoden. Ein neuer Beweis für die Richtigkeit meiner Ansicht, dass die Reinigungswirkung nicht auf der chemischen Klärung, sondern auf der mechanischen beruht, eine neue Bestätigung für die glückliche Anlage des Klärbeckens selbst.

Damit ist dann auch das Urtheil über die vorliegende Methode ausgesprochen:

1) Die Methode zeigt manche Vorzüge vor anderen Methoden. Diese Vorzüge jedoch werden erstens durch vorhandene Nachtheile zum Theil wieder aufgehoben, zweitens aber sind dieselben auch an sich nicht so gross, dass sie Anlass geben könnten eine Klärung mit Phosphorsäure anderen chemischen Klärmethoden, oder auch der mechanischen vorzuziehen.

2) Die Erwartungen, welche sich an eine wesentliche Wertherhöhung des Schlammes durch die Klärung mit Phosphorsäure knüpfen, haben sich nicht bestätigt. Vielmehr geht, ohne dass wesentliche Vortheile bei der Klärung selbst erzielt werden, fast die Hälfte der aufgewendeten Phosphorsäure verloren.

11. Die Analyse des Schlammes nach Klärung mit Phosphorsäure und Kalk hat folgende Resultate geliefert:

Schlammprobe vom Oktober 1889	1 Liter Schlamm enthält: mgr.	Die Trockensubstanz enthält: %
Gesammtgehalt an festen Stoffen	177900	100,00
Mineralstoffe (Glührückstand)	112900	63,46
Kieselsäure	19600	11,02
Eisenoxyd und Thonerde	11500	6,46
Magnesia	240	0,14
Kalk	3800	2,14
als Gyps	210	0,12
als Nichtgyps	3590	2,02
Schwefelsäure	300	0,17
Phosphorsäure	2940	1,65
Kali	1760	0,95
Natron	320	0,18
Organische Stoffe (Glühverlust)	65000	36,54
Stickstoff	980	0,55
Ammoniakstickstoff	320	0,18
Organischer Stickstoff	660	0,37
Oxydabilität durch Permanganat	7597	—
durch Sauerstoff	1918	—

12. **Gesammtergebniss.** Die vorliegenden Untersuchungen haben somit übereinstimmend gezeigt, dass die Anwendung von Chemikalien nicht so wesentliche Vorzüge vor der mechanischen Klärung besitzt, als dass man sich entschliessen sollte, eine derselben der mechanischen Klärung voranzustellen. Dies kann selbstverständlich nicht allgemein für die Sielwasserklärung überhaupt gelten, sondern nur für den vorliegenden Fall, in Beziehung auf das hiesige Klärbecken.

Für alle Fälle ist aber damit der Beweis geliefert, dass man bei Anwendung von Klärbecken, welche sich den hier ausgeführten in Bezug auf Anlage und Dimensionen, namentlich Längendimensionen, anschliessen, im Stande ist, auf rein mechanischem Wege zum mindesten dasselbe zu leisten, was man in Klärbecken von geringeren Dimensionen, nur mit Hilfe eines Zusatzes von Chemikalien, also mit grossen laufenden Kosten erreichen kann.

Analytische Resultate des

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ein Liter enthält:	Gesammt-Gehalt						Suspendirte St			
	Summa	Mineral-Stoffe Glührückstand	Organische Stoffe				Summa	Mineral-Stoffe Glührückstand	Organisch	
			Summa Glüh-verlust	Stickstoff		oxydirbar durch Sauerstoff			Summa Glüh-verlust	organ. Stickst.
				ge-sammt	orga-nisch					
	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg
Versuchs-Reihe No. VI.							**Probenahme: Di**			
a. Sielwasser	1254,00	450,0	804,0	108,64	28,53	182,58	486,0	66,08	420,0	16,4
b. Einlaufgallerie	1454,0	590,96	863,04	199,36	23,35	8,26	487,0	100,0	387,0	—
c. Auslaufgallerie	1060,0	568,0	492,0	134,4	15,0	6,9	140,0	98,0	42,0	3,1
$\frac{100 \cdot c}{a}$ = %	84	126	61	124	52,6	3,79	28,7	148	10	19
Versuchs-Reihe No. VII.							**Probenahme: Die**			
a. Sielwasser hinter dem Sandfang	1362,14	588,0	774,14	106,4	29,38	149,03	588,0	238,0	350,0	15,2
b. Auslauf-Gallerie	1188,0	754,23	433,77	75,04	4,07	28,46	93,0	54,0	37,0	0
$\frac{100 \cdot b}{a}$ = %	87,3	128,2	55,9	70,1	13,9	19,2	15,9	22,7	10,6	0
Versuchs-Reihe No. VIII.							**Probenahme: Die**			
a. Sielwasser	1847	886	961	131,8	39,4	68	1120,5	471	649,5	41,2
b. Einlaufgallerie	1541,5	1084	457,5	110,9	41,2	41	854,5	569,5	285	25,3
c. Auslaufgallerie	754	404	350	44,9	9,7	23	79	69	10	9,7
$\frac{100 \cdot c}{a}$ = %	40,8	45,6	36,4	34	24,6	34	7	14,6	1,5	23,6
							Vergleichung der Mittelz			
a. Sielwasser I	1584	727	856	142	32	77	623	232	390	30
b. " II	2912	922	1990	98	34	148	1859	420	1439	20
c. " III	3180	965	2215	182	140	207	1658	505	1153	115
d. " IV	1910	550	1360	111	65	100	1490	510	980	55
e. " V	1695	735	960	72	43	118	864	220	644	41
f. " VI, VII	1308	519	789	107	29	165	537	449	385	16
g. " VIII	1847	886	961	131	39	67	1120	471	649	41
Mittel aus I—VIII	2062	759	1304	120	54	126	1164	387	806	45
Thonerde-Kalk I—III	1019	632	378	67	12	223	158	69	89	4,1
Kalk IV	955	523	432	72	17	37	119	20	99	4
Mechanisch IV	838	438	400	44	14	34	155	63	92	10
Eisensulf.-Kalk VI, VII	1124	661	463	108	9,5	18	116	76	39,5	1,56
Phosphors.-Kalk VIII	754	404	350	45	10	23	79	69	10	10

…auf- und Auslaufwassers.

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Laufende Nummer
Gelöste Stoffe												Ein Liter enthält:
Mineral-Stoffe							Organische Stoffe					
		Kalk						Stickstoff				
… Glührückstand	Thonerde und Eisenoxyd	Summa	als Gyps	als Nicht-Gyps	Schwefelsäure	Chlor	Summa Glührückstand	Summa	organisch	Ammoniak	oxydirbar durch Sauerstoff	
mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	
… 15. Januar 1889, Mittags 12 Uhr.							**Klärung: Eisenvitriol und Kalk.**					
[illegible]	24,8	87,2	42,18	45,09	60,26	33,60	384,0	92,23	12,12	80,11	18,65	auf 100 Theile Eisenvitriol 35 Theile Kalk.
[illegible]	112,8	50,4	14,28	36,12	20,4	38,4	477,0	—	—	176,01	2,65	
[illegible]	90,31	84,0	15,23	68,77	21,76	37,60	450,0	131,27	11,87	119,4	2,8	
[illegible]	372	96,5	36,8	152	36,8	112	117	142	98,4	149	12,4	
… 15. Januar 1889, Tagesdurchschnitt.							**Klärung: Eisenvitriol und Kalk.**					
[illegible]	18,[illegible]	101,6	6,89	94,71	9,85	32,0	424,0	91,2	14,14	77,02	21,76	ebenso.
[illegible]	81,6	61,6	16,19	45,41	23,14	32,0	395,0	75,[illegible]4	4,7	70,34	16,64	
[illegible]	434	59,8	239	47,9	239	100	93,4	82,1	33,9	90,2	74,0	
… 15. Oktober 1889, Mittags 12 Uhr.							**Klärung: Phosphorsäure und Kalk.**					
[illegible]	59,6	56	39,2	16,8	56,9	28,7	311,5	86,7	8	78,7	20,9	pro Liter Sielwasser 17,56 mgr. Phosphorsäure und 110,4 mgr. Kalk.
[illegible]	67,5	39,4	39,4	0	64,5	17,0	172,5	79,4	16	63,4	12,3	
[illegible]	71,6	68,8	52,6	16,3	75,0	22,5	340,0	35,2	0	35,2	10,7	
[illegible]	120	123	134	97	132	75	109,2	40,6	0	44,6	51,3	
… Versuchsreihen I – VIII.												
[illegible]	77	33	30	3	59	—	596	112	2	110	28	ungereinigt.
[illegible]	53	94	28	75	56	—	551	79	15	64	10	
[illegible]	7	17	17	0	53	—	1062	67	25	42	24	
[illegible]	23	105	41	63	82	—	380	56	10	45	10	
[illegible]	2	138	77	60	155	—	316	31	3	28	12	
[illegible]	22	94	25	70	35	33	404	92	13	78	20	
[illegible]	59	56	17	17	57	28	311	87	8	78	21	
[illegible]	35	77	33	41	71	30	517	75	11	63	18	
[illegible]	15	156	90	66	180	—	282	58	7	51	13	gereinigt.
[illegible]	7	208	113	95	224	—	333	68	23	45	4	
[illegible]	8	121	60	61	120	--	308	34	4	30	10	
[illegible]	86	73	16	57	22	130	422	103	8	95	9	
[illegible]	72	69	52	16	75	22	340	35	0	35	11	

Meteorologische Arbeiten.

Auch im Jahre 1888/89 hat das meteorologische Comité ne bisherige Zusammensetzung beibehalten. Es gehörten demselben n: Herr G. Bansa, Dr. P. Bode, Prof. Dr. G. Krebs (Schriftführer), r. K. Lorey, Baron A. v. Reinach, Sanitätsrath Dr. A. Spiess, ltgärtner A. Weber, Dr. Ed. Weber und Dr. Jul. Ziegler rsitzender). In seinen Arbeiten wurde das Comité durch die rren G. Perlenfein, F. Leonhardt und Gustav Schlesicky stronomische Zeitbestimmung) wesentlich unterstützt.

In der laufenden Einsendung unserer meteorologischen Beobachtungen an das kgl. Meteorologische Institut, in r Drucklegung der Ergebnisse derselben, in der Veröffentlichung r Beobachtungen an den selbstaufzeichnenden Apparaten n den Wettervorhersagungen, der öffentlichen Aushängung r Wetterberichte und -Karten der Seewarte, den Simul-nbeobachtungen, den Zeitbestimmungen, den phäno-gischen, den Main- und Grundwasser-Beobachtungen t im Jahre 1889 keine wesentliche Aenderung eingetreten; nur ben sich letztere abermals um eine Stelle vermindert.

Die für die Monatstabellen, die Jahresübersicht und die Witterungs-l bestimmten, sowie die Simultan-Beobachtungen der Lufttemperatur d Luftfeuchtigkeit wurden vom 1. Januar 1889 an ausschliesslich n der neuen Beobachtungsstelle gemacht (vergleiche den vorigen esbericht).

Die Höhe der atmosphärischen Niederschläge wird im tanischen Garten jetzt ebenfalls dreimal täglich gemessen — bei össeren Niederschlägen öfter — und seit dem 1. Januar 1889 auf in die Tabellen eingetragen.

Was die Regenstationen in der Umgegend von Frank-urt betrifft, so trat in Schmitten durch den Wegzug des bis-rigen Beobachters eine längere Unterbrechung der Beobachtungen ; vom 25. November an hatte Herr Lehrer Fr. Reinhard die ite, dieselben wieder aufzunehmen. Der Regenmesser wurde in n Schulgarten versetzt.

In Neuweilnau hat Herr Gastwirth Henrici bereitwilligst die Fortführung der Beobachtungen vom 12. November an übernommen und den Regenmesser in seinem Garten aufgestellt.

Herr Ingenieur Karl Wagener, welcher in Idstein mit einem Regenmesser eigener Konstruktion schon vom Januar 1884 an Beobachtungen angestellt hat, hatte die Freundlichkeit uns dieselben mitzutheilen. Diejenigen des Jahres 1889 sind in unsere Tabelle aufgenommen und ergänzen unsere Taunus-Stationen in willkommener Weise.

Trotz einiger, jedoch nicht in der Sache liegender Störungen ergab der Glycerin-Regenmesser auf dem Feldberg in dem gleichen Zeitraum — 21. Oktober 1888 bis 22. Juni 1889 — wie erwartet, eine grössere Niederschlagsmenge, nämlich 390,0 mm. gegen 333,3 mm. nach der gewöhnlichen Beobachtungsweise.

Zu dem in den letzten Jahresberichten über die selbstaufzeichnenden Regenmesser Gesagten sei noch hinzugefügt, dass dieselben im Allgemeinen einen kleinen Fehlbetrag an Wasser zeigten, veranlasst durch Verdunstung desselben auf den verschiedenen Flächen, welche es benetzt und des bis zum nächstfolgenden Umschlag in der Schaale zurückbleibenden Antheils, sowie durch Verwehung von Schnee während des meist längeren Zeitraums bis zur Schmelzung. Der Hauptzweck dieser Instrumente, die genauere Messung und Zeitbestimmung aussergewöhnlicher Niederschläge wird demungeachtet nur unbedeutend beeinträchtigt werden. Verluste in Folge von Störungen und Ausbesserungen an den Apparaten waren nicht ganz zu vermeiden und sind, ebenso wie Unvollständigkeiten anderer Beobachtungen durch eckige Klammern [ ] angedeutet. Erwähnt sei noch, dass die an der Börnestrasse vom März bis Juni zu hoch gefundenen Niederschlagsmengen daher rührten, dass der neue Cylinderaufsatz anfänglich nicht vollständig dicht mit dem unteren Theil verbunden worden war, so dass anprallender Regen in das Innere eindringen konnte; diese Angaben sind durch runde Klammern ( ) als ungenaue bezeichnet.

Den verehrlichen Behörden und Beamten, sowie sämmtlichen Beobachtern und Mitarbeitern, welche wiederum eifrig bemüht waren unsere Zwecke zu fördern, sei auf's Neue der verbindlichste Dank ausgesprochen!

Niederschlagsbeobachtungen
in der Umgebung von Frankfurt am Main im Jahre 1889.
Monats- und Jahressummen.
Wasserhöhe in Millimetern.

Falkenstein im Taunus
Heilanstalt.
8° 29′ ö. L. v. Gr., 50° 11′ n. Br., 410 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Dr. med. **Meissen**

Gr. Feldberg im Taunus.
8° 28′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 880 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m Beobachter: Gastwirth **J. G. Ungeheuer.**

Fischborn am Vogelsberg.
9° 18′ ö. L. v. Gr., 50° 23′ n. Br., 340 m.
… Mai an: Hellmann'scher Regenmesser M. 1886, 1·5 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Flörsheim (Raunheim) am Main.
Kanalschleuse II
8° 27′ ö. L. v. Gr., 50° 1′ n. Br., 90 m.
…messer, M. d. Seewarte, 2·00 m Beobachter: Schleusen- und Wehrmeister **Schülbe.**

Frankfurt am Main.
Lagerplatz des Tiefbauamtes an der **Börnestrasse.**
8° 41′ ö. L. v. Gr., 50° 7′ n. Br., 100 m.
…aufzeichnender Regenmesser 2·25 m., v. März a. 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Station	…a[n.]	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Falkenstein	[illegible]	95·9	36·3	18·8	65·3	38·0	83·3	64·2	44·9	42·7	50·6	73·6	626·5
Gr. Feldberg	[illegible]	78·0	36·5	16·3	71·0	91·7	86·2	90·7	71·1	80·1	45·8	10·8	688·8
Fischborn	[illegible]	82·5	45·6	32·3	100·3	68·5	99·1	59·4	59·1	51·7	48·8	92·7	753·9
Flörsheim	[illegible]	28·8	27·2	12·6	36·7	40·0	70·8	41·0	23·0	38·6	16·6	43·7	383·8
Frankfurt	…2	[32·0]	(81·1)	(28·0)	[21·0]	(86·9)	62·1	39·4	26·5	40·7	24·8	47·5	(496·2)

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

Frankfurt am Main.
Botanischer Garten.
8° 41′ ö. L. v. Gr., 50° 7′ n. Br., 102 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Stiftsgärtner **G. Perlenfein.**

5·0	55·0	35·8	14·4	70·8	56·2	54·9	49·9	31·3	45·8	41·2	55·2	515·5

Frankfurt am Main.
Hochbehälter der Wasserleitung an der **Friedberger Warte.**
8° 42′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., 146 m.
Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

4·0	[21·4]	27·0	16·6	56·6	67·8	35·7	33·1	45·1	34·3	26·7	38·2	406·5

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

4·2	30·1	32·9	18·5	63·3	72·0	40·6	38·5	46·9	41·7	32·7	49·8	471·2

Frankfurt am Main.
Lagerplatz des Tiefbauamtes an der **Gutleutstrasse.**
8° 40′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 97 m.
Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·25 m., v. März a. 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt**

9·8	[25·0]	23·6	11·9	43·0	46·8	45·6	44·9	21·8	34·9	23·4	42·5	373·2

Frankfurt am Main.
Kanalschleuse V. bei Niederrad.
8° 39′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 97 m.
Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·45 m. Beobachter: Schleusenmeister **Kerschke.**

4·4	21·9	32·6	12·4	51·2	48·8	46·5	42·7	22·0	40·9	19·4	36·9	379·7

Frankfurt am Main.
Pumpstation der Grundwasserleitung am **Ober-Forsthaus.**
8° 39′ ö. L. v. Gr., 50° 4′ n. Br., 103 m.
Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·25 m., v. März a. 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

7·8	43·6	32·9	10·6	50·0	44·1	54·3	47·1	26·4	36·8	29·7	51·5	434·8

***Friedberg** an der Usa.*
Burg.
8° 45′ ö. L. v. Gr., 50° 21′ n. Br., 160 m.
Regenmesser 1·5 m. Beobachter: Seminarlehrer Dr. **Heid.**

2·4	41·0	29·3	13·9	72·6	72·0	67·5	35·3	55·2	42·5	19·5	45·9	497·1

Gassen an der Bieber, im Spessart.

9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 10′ n. Br., 203 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Link.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
11·6	86·9	42·6	46·2	80·2	108·7	90·0	63·8	68·1	64·8	44·5	92·2	799·6

Gelnhausen an der Kinzig.

9° 11′ ö. L. v. Gr., 50° 12′ n. Br., 139 m.

Vom Mai an Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
7·9	64·3	40·9	31·3	87·8	65·2	95·9	52·3	48·4	55·0	34·3	58·1	641·4

Herchenhain auf dem Vogelsberg.

9° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 29′ n. Br., 638 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·5 m. Beobachter: Bürgermeister **Seb. Weidner.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
17·5	99·4	54·1	34·3	67·8	54·8	125·6	101·3	85·2	52·5	67·9	116·3	876·7

Höchst am Main.

Kanalschleuse IV.

8° 33′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 94 m.

Regenmesser, M. d. Seew., 2·55 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Seltenheim.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
4·1	32·4	23·3	11·7	35·9	53·7	57·1	31·6	24·7	39·1	28·1	51·2	392·9

Homburg v. d. H. im Taunus.

8° 37′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 155 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Brunnenmeister **Johs. Landvogt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
8·1	58·3	27·0	15·7	29·5	48·5	38·4	61·6	38·5	41·6	44·5	65·2	476·9

Idstein an der Wörsbach, im Taunus.

8° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 13′ n. Br., 275 m.

Regenmesser 1·0 m. Beobachter: Ingenieur **Karl Wagener.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
6·3	46·1	25·4	21·6	32·2	42·5	63·2	53·5	34·8	40·9	28·1	38·5	433·1

Kassel-Grund im Spessart.

9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 11′ n. Br., 310 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·5 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
13·1	97·1	39·9	51·8	82·0	124·4	130·7	85·7	83·0	67·1	52·6	82·2	909·6

Kostheim (Bischofsheim) am Main.

Kanalschleuse I.

8° 19′ ö. L. v. Gr., 50° 0′ n. Br., 88 m.

Regenmesser, M. d. Seewarte, 1·78 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Gottschalk.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
4·8	33·1	21·9	15·3	38·4	62·8	44·1	41·4	19·6	40·0	19·1	31·0	371·5

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

Mainz am Rhein.

8° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 0′ n. Br., 85 m.

Regenmesser, Münchener M., 1·5 m. Beobachter: Pr.-L. **W. v. Reichenau.**

4·0	46·4	19·6	14·2	45·7	49·5	36·2	42·6	21·2	40·5	19·5	36·9	376·3

Neuweilnau an der Weil, im Taunus.

8° 24′ ö. L. v. Gr., 50° 19′ n. Br., (350) m

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Gastwirth **Janz** und **Henrici.**

3·9	31·8	[5·3]	...	...	...	...	...	...	...	[32·8]	144·0	[217·8]

Obermüller an der Bieber, im Spessart.

9° 23′ ö. L. v. Gr., 50° 9′ n. Br., 319 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·50 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

14·9	84·7	36·9	50·6	78·2	91·3	110·5	75·5	72·9	72·5	47·5	93·5	829·0

Ober-Reifenberg im Taunus.

8° 26′ ö. L. v. Gr., 50° 15′ n. Br., 600 m

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Kgl. Förster **A. Ubach.**

17·5	75·1	49·7	37·7	78·3	99·0	73·6	64·9	67·6	49·3	66·8	44·5	724·0

Okriftel (Kelsterbach) am Main.

Kanalschleuse III.

8° 31′ ö. L. v. Gr., 50° 3′ n. Br., 106 m.

Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·63 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Harwardt.**

7·2	25·4	24·5	9·0	35·9	57·7	63·0	47·4	17·6	45·2	39·9	57·6	430·4

Orb im Spessart.

9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 181 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·1 m. Beobachter: **Karl Seese.**

13·6	81·6	34·5	47·4	62·6	104·4	101·1	65·3	65·5	55·1	40·9	76·4	748·4

Saalburg bei Homburg im Taunus.

Forsthaus.

8° 34′ ö. L. v. Gr., 50° 16′ n. Br., 418 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1 m. Beobachter: **W. Burkhardt.**

10·0	99·5	34·9	24·3	40·1	58·5	90·3	68·0	64·2	60·2	62·3	65·7	678·0

Salz am Vogelsberg.

9° 22′ ö. L. v. Gr., 50° 26′ n. Br., 385 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Bürgermeister **Muth.**

17·1	104·2	45·6	34·0	83·5	51·6	95·0	75·8	78·0	51·8	51·4	94·8	782·8

***Schlierbach** an der Bracht, am Vogelsberg.*

9° 18′ ö. L. v Gr., 50° 18′ n Br, 161 m

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·05 m. Beobachter: **Wörner.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
11·6	76·4	43·4	37·3	50·2	78·1	90·4	77·2	72·3	57·6	53·0	91·6	739·1

***Schmitten** an der Weil, im Taunus.*

8° 27′ ö. L. v. Gr, 50° 16′ n. Br., 450 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1·35 m. Beobachter: Lehrer **L. Preis** und **Fr. Reinhard.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
7·9	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	[24·6]	71·1	[103·6]

***Soden** am Taunus.*

8° 30′ ö L. v. Gr., 50° 9′ n. Br., (150) m.

Dove'scher Regenmesser 2 m. Beobachter: Lehrer **K. Presber.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
3·5	58·4	27·9	17·7	46·5	103·6	81·9	61·8	37·3	61·0	54·9	33·4	587·9

***Staufen** im Taunus*

Villa v. Reinach.

8° 25′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., 405 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Förster **W. Horn.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
7·9	80·1	35·2	18·0	50·4	98·4	78·0	73·0	39·8	58·0	52·0	70·0	660·8

***Treisberg** im Taunus.*

8° 26′ ö. L. v. Gr., 50° 18′ n. Br, 550 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Lehrer **Ph. Müller.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
7·2	40·1	37·8	18·6	42·5	77·2	94·2	66·4	66·0	33·3	39·8	79·8	602·9

***Wiesbaden** am Taunus.*

8° 13′ ö. L. v. Gr., 50° 5′ n. Br., 111 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Konservator **August Römer.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
5·6	72·6	28·3	19·4	43·6	46·0	58·5	61·2	28·9	50·9	38·2	52·3	505·5

***Wirtheim** an der Kinzig.*

9° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 13′ n. Br., 135 m.

Vom Mai an Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·25 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
11·4	71·1	42·2	43·5	80·1	71·8	103·6	70·9	66·4	63·4	48·7	79·4	752·5

Vegetationszeiten in Frankfurt am Main

beobachtet von Dr. Julius Ziegler im Jahre 1889.

Bo. s. = Blattoberfläche sichtbar; *e. Bth.* = erste Blüthe offen; *Vbth.* = Vollblüthe, über die Hälfte der Blüthen offen; *e. Fr.* = erste Frucht reif; *a. Fr.* = allgemeine Fruchtreife, über die Hälfte der Früchte reif; *a. Lbv.* = allgemeine Laubverfärbung, über die Hälfte der Blätter verfärbt; *a. Lbf.* = allgemeiner Laubfall, über die Hälfte der Blätter abgefallen. Die eingeklammerten Angaben sind nur annähernd genau. Die zur Vergleichung dienenden Mittel sind aus den 17 Jahren 1867 bis 1883 berechnet), ⌣ bedeutet Frostdruck.

Monat	Tag	Name der Pflanze	Vegetations-Stufe	Abweichung vom Mittel. Tage voraus	zurück
Febr.	22	Corylus Avellana, Haselnuss	*e. Bth.*	..	23
März	10	Galanthus nivalis, Schneeglöckchen	*e. Bth.*	..	14
	11	Crocus luteus, gelber Safran	*e. Bth.*	..	8
	14	Leucojum vernum, Frühlingsknotenblume	*e. Bth.*	..	12
	31	Cornus mas, gelber Hartriegel	*e. Bth.*	..	26
April	5	Anemone nemorosa, Windröschen	*e. Bth.*	..	13
	18	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*Bo. s.*	..	15
	21	Ribes rubrum, Johannisbeere	*e. Bth.*	..	16
	22	Prunus Armeniaca, Aprikose	*e. Bth.*	..	18
	24	Prunus avium, Süsskirsche	*e. Bth.*	..	14
	25	Prunus spinosa, Schlehe	*e. Bth.*	..	14
	27	Ribes rubrum, Johannisbeere	*Vbth.*	..	11
	29	Persica vulgaris, Pfirsich	*e. Bth.*	..	16
	29	Pyrus communis, Birne	*e. Bth.*	..	15
	30	Prunus avium, Süsskirsche	*Vbth.*	..	12
Mai	1	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde	*Bo. s.*	..	11
	2	Persica vulgaris, Pfirsich	*Vbth*	..	12
	4	Pyrus Malus, Apfel	*e. Bth.*	..	11
	4	Pyrus communis, Birne	*Vbth.*	..	10
	5	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*e. Bth.*	..	7
	6	Vitis vinifera, Weinrebe	*Bo. s.*	..	13
	6	Syringa vulgaris, Syringe	*e. Bth.*	..	9
	8	Pyrus Malus, Apfel	*Vbth.*	..	1
	10	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*Vbth.*	0	0
	10	Syringa vulgaris, Syringe	*Vbth.*	1	..
	21	Sambucus nigra, Hollunder	*e. Bth.*	1	..

Monat	Tag	Name der Pflanze	Vegetations-Stufe	Abweichung vom Mittel. Tage voraus	zurück
Juni	2	Sambucus nigra, Hollunder	*Vbth.*	8	. .
	3	Vitis vinifera, Weinrebe	*e. Bth.*	13	. .
	5	Prunus avium, Süsskirsche	*e. Fr.*	5	. .
	(8)	Atropa Belladonna, Tollkirsche	*e. Bth.*	. .	(11)
	8	Castanea vesca, zahme Kastanie	*e. Bth.*	12	. .
	10	Vitis vinifera, Weinrebe	*Vbth.*	17	. .
	11	Ribes rubrum, Johannisbeere	*e. Fr.*	7	. .
	15	Lilium candidum, weisse Lilie	*e. Bth.*	9	. .
	15	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . .	*e. Bth.*	8	. .
	15	Castanea vesca, zahme Kastanie	*Vbth.*	11	. .
	19	Catalpa syringaefolia, Trompetenbaum .	*e. Bth.*	12	. .
	20	Lilium candidum, weisse Lilie	*Vbth.*	11	. .
	20	Prunus avium, Süsskirsche	*a. Fr.*	6	. .
	21	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . . .	*Vbth.*	10	. .
	24	Ribes rubrum, Johannisbeere	*a. Fr.*	7	. .
	24	Catalpa syringaefolia, Trompetenbaum .	*Vbth.*	20	. .
	26	Prenanthes purpurea, Hasenlattich . . .	*e. Bth.*	13	. .
Juli	15	Sambucus nigra, Hollunder	*e. Fr.*	25	. .
	(20)	Atropa Belladonna, Tollkirsche	*e. Fr.*	(3)	. .
	30	Aster Amellus, Sternblume	*e. Bth.*	14	. .
August	4	Vitis vinifera, Weinrebe	*e. Fr.*	25	. .
	5	Colchicum autumnale, Herbstzeitlose . .	*e. Bth.*	26	. .
	8	Sambucus nigra, Hollunder	*a. Fr.*	21	. .
	(24)	Colchicum autumnale, Herbstzeitlose . .	*Vbth*	(21)	. .
Septbr.	3	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*e. Fr.*	12	. .
	12	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a Fr.*	17	. .
	(25)	Vitis vinifera, Weinrebe	*a. Fr.*	(26)	. .
	29	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . . .	*a. Lbv.*	20	. .
	30	Vitis vinifera, Weinrebe	*a Lbv.*	22	. .
Oktbr.	2	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Lbv.*	16	. .
	4	Prunus avium, Süsskirsche	*a. Lbv.*	20	. .
	15	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Lbf.*	16	. .

Tabelle der Grundwasser-Schwankungen in Frankfurt am Main im Jahre 1889.

Höhe des Wasserstandes über dem Nullpunkt des Mainpegels in Centimetern.

Ort der Brunnen	Gutleut-strasse 204 (Südlich.) *Dir. Schiele.*	Gutleut-strasse 204 (Nördlich.) *Dir. Schiele.*	Stiftstr. 30 Bürgerhosp. *Hspm. Reichard.*	Feld-strasse 8. *Dr. Julius Ziegler.*
Höhe des Terrains über dem Nullpunkt des Mainpegels.	593	642	1121	1292
Höhe der Sohle des Brunnens über dem Nullpunkt des Mainpegels.	—144	—301	—16	+912
7. Januar	94	90	577	Brunnen leer
14. "	90	88	601	
21. "	86	87	609	
28. "	80	87	612	
4. Februar	70	86	614	
11. "	71	87	613	
18. "	68	86	595	
25. "	64	88	**618**	
4. März	62	88	586	
11. "	62	90	569	
18. "	**61**	91	557	
25. "	**61**	91	554	
1. April	63	93	**553**	
8. "	67	94	563	
15. "	71	95	562	
22. "	77	96	559	
29. "	83	97	557	
6. Mai	89	99	557	
13. "	93	100	558	

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
10. „	105	101	566	921
17. „	106	100	572	920
24. „	108	100	573	920
1. Juli	108	100	572	921
8. „	108	100	573	920
15. „	107	100	569	922
22. „	106	99	569	921
29. „	105	97	571	920
5. August	105	93	567	
12. „	103	91	565	
19. „	103	91	563	
26. „	101	89	560	
2. September	99	87	557	
9. „	97	86	560	
16. „	96	84	561	
23. „	95	83	563	Brunnen leer.
30. „	94	82	565	
7. Oktober	92	81	562	
14. „	92	80	561	
21. „	92	80	562	
28. „	91	80	561	
4. November	91	80	563	
11. „	90	79	561	
18. „	90	78	560	
25. „	92	80	563	
2. December	90	78	560	
9. „	90	78	558	
16. „	88	79	558	
23. „	86	80	557	
30 „	82	82	559	
Grösste Differenz im ganzen Jahre	47	25	65	(3)

Jahres-Uebersicht

der meteorologischen Beobachtungen zu Frankfurt am Main 1889.

Mittlerer Luftdruck		752·3 mm
Höchster beobachteter Luftdruck	am 20. November	771·2 „
Niedrigster „ „	„ 9. Februar	730·2 „
Mittlere Lufttemperatur		8·9 ° C.
Höchste beobachtete Lufttemperatur	am 2. Juni	32·8 „
Niedrigste „ „	„ 13. Februar	—16·7 „
Höchstes Tagesmittel der Lufttemperatur	„ 2. Juni	25·1 „
Niedrigstes „ „ „	„ 13. Februar	—13·1 „
Mittlere absolute Feuchtigkeit		7·0 mm
„ relative „		77 %
Höhensumme der atmosphärischen Niederschläge		515·5 mm
Mittlerer Wasserstand des Mains		114 cm
Höchster „ „ „	am 4. April	288 „
Niedrigster „ „ „	„ 19. und 20. Januar	—2 „
Zahl der Tage mit Niederschlag		193
„ „ „ „ Regen		160
„ „ „ „ Schnee		42
„ „ „ „ Hagel		4
„ „ „ „ Thau		47
„ „ „ „ Reif		29
„ „ „ „ Nebel		32
„ „ „ „ Gewitter		14
„ „ „ „ Sturm		9
„ „ beobachteten *) N-Winde		118
„ „ „ NE „		186
„ „ „ E „		145
„ „ „ SE „		23
„ „ „ S „		71
„ „ „ SW „		330
„ „ „ W „		99
„ „ „ NW „		48
„ „ „ Windstillen		75
Mittlere Windstärke 0 bis 6		1·2

*) Drei Beobachtungen täglich.

Inhalt.

Höhe
Höh
Höh

derschlag

orm und Zeit

3¼ - 3½, 5

-12 a.

p. 1½ p
n. 1, 2,

½ - 9¾ a.

öfters p.

de
Mal

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 108·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

schlag n und Zeit	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. . . .	. . .	. . .	132	Niederschlagsmessung	1
. . . .	. . .	. . .	120	[nunmehr um 7h a.	2
. . . .	. . .	. . .	80	Stauung unterbrochen	3
. . . .	. . .	. . .	10	. . . .	4
. . . .	. . .	. . .	10	. . . .	5
. . . .	. . .	. . .	8	. . . .	6
. . . .	. . .	. . .	7	. . . .	7
. . . .	. . .	. . .	2	. . . .	8
. . . .	. . .	. . .	2	. . . .	9
3¼-3½, 5½-8 p. . .	. . .	. . .	2	. . . .	10
. . . .	. . .	. . .	3	. . . .	11
12 a.	. . .	. . .	8	. . . .	12
. . . .	. . .	. . .	4	. . . .	13
. . . .	. . .	. . .	4	. . . .	14
. . . .	. . .	. . .	3	. . . .	15
. . . .	. . .	. . .	4	. . . .	16
. . . .	. . .	. . .	4	. . . .	17
. . . .	. . .	. . .	1	. . . .	18
). ∽¹ 1½p·n.	. . .	. . .	—2	. . . .	19
∽¹ n, 1, 2, 3. ≡¹ 5½ p-n.	. . .	. . .	—2	. . . .	20
. . . .	. . .	. . .	2	. . . .	21
. . . .	. . .	. . .	4	. . . .	22
. . . .	. . .	. . .	4	. . . .	23
-9¾ a.	. . .	. . .	4	. . . .	24
. . . .	. . .	. . .	6	. . . .	25
. . . .	. . .	. . .	6	. . . .	26
fters p.	. . .	. . .	8	. . . .	27
. . . .	. . .	. . .	8	. . . .	28
. . . .	. . .	. . .	8	. . . .	29
. . . .	. . .	. . .	8	. . . .	30
. . . .	. . .	. . .	9	. . . .	31
	. . .	0 Tage.	15 Mittel.		

le
Mal
„
„
„
„

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
1-5. Jan.	—3·2
6-10 „	—0·8
11-15. „	—0·8
16-20. „	—2·0
21-25. „	—0·3
26-30. „	1·9

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	132 cm. am 1.
Niedrigster Wasserstand des Mains	—2 cm. am 19. u. 20.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Datum … g / … l Zeit	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen
1				
2 . . .	. . .	. . .	14	. . .
3 . . .	. . .	. . .	30	⌐ш 7 a - 5 p . . .
4 …4 a, ✳² 11 a - 12¾ p.	. . .	Schnd	42	. . .
5 …¼ - 4, ✳⁰ 7¼ - 9 p.	0	Schnd	42	. . .
6 . . .	1	Schnd.	94	. . .
7 7½ - 7¾ p.	6	Schnd.	110	⌐ш 3 - 7 a.
8 . . .	4	Schnd.	80	. . .
9 - 4·10 p, ✳² 7¾ - n.	5	Schnd.	54	⌐ш 7 - 11 p.
10 …5, 6½ - 10 p.	12	Schnd	46	⌐ш 1, 2, 3.
. . .	20	Schnd.	30	. . .
11				
12 1¾ a - 10¼ p.	35	Schnd	24	. . .
13 . . .	36	Schnd.	24	. . .
14 . . .	34	Schnd.	16	. . .
15 …2 - 3 p. ●⁰ △⁰ 7p - n.	32	Schnd	14	. . .
16 …0 - 10½ a, ●⁰ 5¾ - 6 p.	30	Schnd.	64	. . .
17 . . .	(23)	Schnd.	94	. . .
18 . . .	18	Schnd	6	. . .
19 . . .	12	Schnd.	20	. . .
20 . . .	(7)	(Schd.)	24	. . .
. . .	(4)	(Schd.)	54	. . .
21				
22 ✳⁰ 5½ - 6 p.	. . .	(Schd)	92	. . .
23 …11¾ a, ✳ 1¼ - 2¼,	(1)	. . .	106	. . .
24 . . . [4 - 4½ p.	(1)	. . .	100	. . .
25 …¾ a - 12½ p, 2¼ - 2¾ p.	2	Schnd.	118	. . .
26 . . .	2	Schnd.	114	. . .
27 …⁰ 12¾ - 1¼, 4 - 4½ p	2	Schnd	90	. . .
28 . . .	(2)	(Schd)	76	. . .
. . .	(1)	(Schd.)	70	. . .
Monatsmittel	. . .	24 Tage.	59 Mittel.	

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Jan 31 - 4. Febr.	4·2
5 - 9. „	—1·2
10 - 14 „	—5·7
15 - 19. „	3·5
20 - 24. „	—1·0
25 - 1. März	—3·8

Höchste beobachtete Schneedecke	36 cm, am 12.
Höchster Wasserstand des Mains	118 cm. am 24.
Niedrigster Wasserstand des Mains	6 cm. am 7.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1 0 Meter.

schlag und Zeit	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. . . .	(2)	(Schd)	60	. . . .	1
ken 9½-10p.	(2)	(Schd)	50	. . . .	2
. . . .	. . .	. . .	46	. . . .	3
. . . .	. . .	. .	38	. . . .	4
. . . .	. . .	. . .	31	∞ a.	5
. . . .	. . .	. . .	27	. . . .	6
. . . .	. .	. . .	27	. . . .	7
. . . .	. . .	. . .	28	. . . .	8
. . . .	. . .	. . .	30	. . . .	9
. . . .	. . .	. . .	48	. . . .	10
. . . .	. . .	. . .	57	. . . .	11
. . . .	. . .	. . .	132	Nadelwehr aufgestellt	12
p.	. . .	. . .	146	. . . .	13
p, ✱ 9-9¾ p	. . .	. . .	147	. . . .	14
. . . .	. . .	. . .	162	. . . .	15
. . . .	. . .	. . .	178	. . . .	16
. . . .	. . .	. . .	182	. . . .	17
. . . .	. . .	. . .	179	. . . .	18
1½, 6¾ p-n.	. . .	. . .	160	. . . .	19
. . . .	. . .	. . .	154	. . . .	20
. . . .	. . .	. . .	160	. . . .	21
. . . .	. . .	. . .	178	. . . .	22
. . . .	. . .	. .	198	Nadelwehr umgelegt	23
7-8p.	. . .	. . .	230	. . . .	24
-11p.	. . .	. . .	250	. . . .	25
. . . .	. . .	. . .	244	. . . .	26
. . . .	. . .	. . .	238	. . . .	27
. . . .	. .	. . .	246	. . . .	28
. . . .	. . .	. . .	260	. . . .	29
6-8a.	. . .	. . .	276	. . . .	30
. . . .	. . .	. . .	248	. . . .	31
	. . .	2 Tage.	142 Mittel.		

al

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
2 – 6. März	–3·2
7 – 11 „	4·1
12 – 16. „	0·4
17 – 21. „	5·1
22 – 26. „	4·9
27 – 31. „	6·8

Höchste beobachtete Schneedecke	2 cm. am 1. u. 2.
Höchster Wasserstand des Mains	276cm.am30.
Niedrigster Wasserstand des Mains	27 cm. am 6. u. 7.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

...lag ...nd Zeit	Schneehöhe 9h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
...	...	...	218	...	1
...4-12 a, ● tropfen 5¼ p.	...	...	214	...	2
△² 2¾-3, 5·30-5·35 p,	...	...	260	...	3
. . . [●° 8-8¼ p.	...	...	288	...	4
...	...	...	241	...	5
...	...	...	200	...	6
...	...	...	174	...	7
...	...	...	174	Nadelwehr aufgestellt	8
...	...	...	171	...	9
...	...	...	166	...	10
...	...	...	164	...	11
...	...	...	160	...	12
...	...	...	166	...	13
...a.	...	...	164	...	14
...	...	...	165	...	15
✱ flocken 12¾ p.	...	...	163	...	16
...	...	...	158	...	17
...	...	...	152	...	18
...	...	...	149	...	19
...	...	...	147	...	20
...	...	...	142	...	21
...	...	...	140	...	22
...½, 6¼-6¾ p.	...	...	140	...	23
...	...	...	138	...	24
...	...	...	138	...	25
...	...	...	140	...	26
...	...	...	140	...	27
...	...	...	139	...	28
...	...	...	152	...	29
...	...	...	163	⚡° 9¾-10¼ p.	30
	...	0 Tage.	171 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
1 - 5. April	5·3
6 - 10. „	9·1
11 - 15. „	7·4
16 - 20. „	8·2
21 - 25. „	11·6
26 - 30. „	11·3

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	288 cm. am 4.
Niedrigster Wasserstand des Mains	138 cm. am 24. u. 25.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

...derschlag ...orm und Zeit	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. . . .	. . .	. . .	166	. . . .	1
1½, ●° 2-3 p.	. . .	. . .	160	. . . .	2
½ a.	. . .	. . .	150	. . . .	3
. . . .	. . .	. . .	146	. . . .	4
. . . .	. . .	. . .	142	T° 5·40 p, ⚡ 8¾-9p.	5
. . . .	. . .	. . .	137	⚡ 8½-9½ p. . . .	6
. . . .	. . .	. . .	136	T°1·15p.3·5p,⚡2·10p	7
. . . .	. . .	. . .	134	. . . .	8
. . . .	. . .	. . .	132	. . . .	9
¼ - 12 p.	. . .	. . .	136	⌐⚡ 11·55 p. . . .	10
, ● 9-9½ p.	. . .	. . .	132	. . . .	11
. . . .	. . .	. . .	132	. . . .	12
. . . .	. . .	. . .	131	. . . .	13
●° 1¾-2 p.	. . .	. . .	133	. . . .	14
. . . .	. . .	. . .	131	. . . .	15
. . . .	. . .	. . .	134	. . . .	16
. . . .	. . .	. . .	133	∞	17
¼ a, ● 4¾-7½, ●° 8¼-10½p.	. . .	. . .	130	. . . .	18
. . . .	. . .	. . .	138	. . . .	19
4¼p, ●5¾-6¾, ●°7¼-8¼p.	. . .	. . .	140	. . . .	20
6¼ p, ▲° 4¼, 6-6·3 p. . .	. . .	. . .	144	⌐⚡ 3¾-6¼ p. . .	21
. . . .	. . .	. . .	145	. . . .	22
. . . .	. . .	. . .	148	⚡ 9¾-10½ p. . .	23
. . . .	. . .	. . .	147	T 2½-3½ p. . .	24
. . . .	. . .	. . .	148	. . . .	25
. . . .	. . .	. . .	136	. . . .	26
. . . .	. . .	. . .	138	⚡° 11-11½ p. . .	27
● 11¾-12a. ●° 12¾-1½,	. . .	. . .	132	⌐⚡ 11½a-12½p. .	28
. . . . [3-3¼, 4¼-4½ p.	. . .	. . .	133	. . . .	29
. . . .	. . .	. . .	133	. . . .	30
. . . .	. . .	. . .	131	. . . .	31
	. . .	0 Tage.	139 Mittel.		

...de
...8 Mal
...1 "
...1 "
...0 "
...4 "

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
1 - 5. Mai	15·9
6 - 10 "	17·6
11 - 15 "	15·8
16 - 20. "	15·7
21 - 25. "	19·4
26 - 30. "	18·1

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	166 cm. am 1.
Niedrigster Wasserstand des Mains	130 cm. am 18.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

…lag …nd Zeit	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. . . .	. .	. . .	134	. . . .	1
. . . .	. .	. . .	132	⚡ 9½ - 10 p. . . .	2
. . . .	. .	. . .	132	. . . .	3
. . . .	. .	. . .	124	. . . .	4
a. ▲^{2} ●^{3} 3·25 - 3·38,	. .	. . .	134	[⚡^{2} 3¼ - 4 p. . . .	5
. [●^{2} 3 40 - 3·47 p.	. .	. . .	135	. . . .	6
. . . .	. .	. . .	128	. . . .	7
4 45 p, ●^{0} 4·45 - 6·30 p.	. .	. . .	128	[⚡^{2} 4 - 6 p. . . .	8
·2 p. ●^{2} 11¼ - 12 p. .	. .	. . .	130	T 6-6¼ p, ⚡ 9½-11 p.	9
. . . .	. .	. . .	136	. . . .	10
¼ - 11 a.	. .	. . .	132	. . . .	11
. . . .	. .	. . .	130	. . . .	12
16·45 p, 7·50 - 7·55 p. .	. .	. . .	128	T 3¾-5¼ p, ⚡^{0} 10-11 p.	13
p.	. .	. . .	128	T 12¾ - 1¼ a, 11½ a	14
. . . .	. .	. . .	131	. . . . . [-3½ p.	15
. . . .	. .	. . .	133	. . . .	16
10¾ - 12 a.	. .	. . .	133	. . . .	17
. . . .	. .	. . .	137	. . . .	18
. . . .	. .	. . .	137	. . . .	19
. . . .	. .	. . .	138	. . . .	20
. . . .	. .	. . .	138	. . . .	21
. . . .	. .	. . .	136	. . . .	22
. . . .	. .	. . .	132	T 11¾ a - 12½ p. .	23
. . . .	. .	. . .	131	[⚡ 2½-3¼ p, T 4-5 p.	24
. . . .	. .	. . .	134	. . . .	25
. . . .	. .	. . .	130	. . . .	26
. . . .	. .	. . .	128	. . . .	27
) p. ●^{0} 5¾ - 6 p. . .	. .	. . .	132	T 3¼-3½ p, ⚡ 9-9½ p.	28
¼ p. ●^{0} 5½-6, 7-7¾ p.	. .	. . .	128	[⚡^{0} 12¾-1½ p. T 4½	29
fen 5 30 u. 5·40 p. . .	. .	. . .	128	T 12½-1¼ p. [-6½ p.	30
Mon… mit…	. . .	0 Tage.	132 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Mai 31 - 4. Juni	22·0
5 - 9. „	22·0
10 - 14. „	19·7
15 - 19. „	18·1
20 - 24 „	19·0
25 - 29. „	19·8

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	138 cm am 20. u. 21.
Niedrigster Wasserstand des Mains	124 cm am 4.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Niederschlag Form und Zeit	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
-10½ a, 8-8¼ p.	. . .	. . .	128	. . . .	1
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	2
. . . .	. . .	. . .	132	. . . .	3
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	4
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	5
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	6
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	7
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	8
. . . .	. . .	. . .	118	. . . .	9
a.	. . .	. . .	131	T 3½-3¾ a. . .	10
0 p.	. . .	. . .	129	. . . .	11
-3½ a, ● 6·15-6·38 p, ● 6·50-7·07,	. . .	. . .	128	☈ 12½-1¼, 2½-3¼ a,	12
¾ p. [● 7·25-7·30, 8·20-8·35 p.	. . .	. . .	130	. . . . [☈² 6-7¼ p.	13
●¹ 10·45 a-12·15 p, ●⁰ 4¾-5, 9½-	. . .	. . .	130	☈ 11-12 a. . . .	14
¼ p. . . . . [9¾ p.	. . .	. . .	128	< 8¾-9½ p. .	15
8¾-9¼ a, ●⁰ 3·25-3·40, 9¾-10 p.	. . .	. . .	124	. . . .	16
½ p, 3½-4½ p.	. . .	. . .	129	. . . .	17
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	18
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	19
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	20
2·20-2·35 p, ●² 3·50-4·10 p. . .	. . .	. . .	124	T 2¼-2½ p. . .	21
. . . .	. . .	. . .	131	. . . .	22
0½-11½ a, ● 8¾-9 p. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	23
8¾-9¼ a, 12-12¼ p, ● 3¾-4, 5½-	. . .	. . .	129	☈ 12-12¼ p. . .	24
¾ p. ● 9½-10¼ p. . [5¾ p.	. . .	. . .	128	—ш 12-8 p. . . .	25
·50 p, ●⁰ 5·05-5·10 p.	. . .	. . .	128	—ш 9 a-3 p. . . .	26
20, 11·25-12 a, ●² ▲ 12·55-1·05, ●⁰ 4-	. . .	. . .	131	☈ 1-1¼ p. . . .	27
a, ●⁰ 1½-1¾, 3¾-4¼ p. [4·10, 7¼-	. . .	. . .	128	. . . .	28
p. . . . . [9 p.	. . .	. . .	130	. . . .	29
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	30
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	31
	. . .	0 Tage.	128 Mittel.		

wurde
S 3 Mal
SW 32 „
W 15 „
NW 10 „
stille 6 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Juni 30 - 4. Juli	18·5
5 - 9. „	19·7
10 - 14 „	21·6
15 - 19. „	16·0
20 - 24 „	17·1
25 - 29. „	15·8

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	132 cm. am 3.
Niedrigster Wasserstand des Mains	118 cm. am 9.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 108·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Datum	…ag …d Zeit	Schneehöhe 9h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
1	. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	1
2	., ● 10-10¾a, 1-1¼ p.	. . .	. . .	129	⚡8-8¾a, T⁰1-1¼p.	2
3	. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	3
4	. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	4
5	. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	5
6	. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	6
7	. . . .	. . .	. . .	120	⏝ 12-5 p. . . .	7
8	. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	8
9	. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	9
10	. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	10
11	·10-1·25p, ●⁰2 10-2 25,	. . .	. . .	122	T2·10-2·20, 5·20-5·30	11
12	3¾ p. [●¹9½-9¾ p.	. . .	. . .	126	. . [p, ⚡ 9-9½ p.	12
13	11¼ a, ●⁰ 11½ a-2p,	. . .	. . .	128	. . . .	13
14	tropfen p wiederholt.	. . .	. . .	126	. . . .	14
15	a, ●² 2¼-2½ p. .	. . .	. . .	128	. . . .	15
16	. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	16
17	. . . .	. . .	. . .	126	↘ 9¾-11 p. . . .	17
18	. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	18
19	7¾-8 p.	. . .	. . .	130	⚡3¼-4½a, T⁰9·27p.	19
20	. . . .	. . .	. . .	127	⏝9a-7p. [↘²9-9¾p.	20
21	⁰9¾-10 a, 6¾-8¾ p.	. . .	. . .	129	. . . .	21
22	. . . .	. . .	. . .	129	⏝ 8a-5p. . . .	22
23	. . . .	. . .	. . .	129	. . . .	23
24	5¼ p.	. . .	. . .	130	. . . .	24
25	●12½-12¾, 3¾-4¼,	. . .	. . .	130	T 3¾ p, 4½-4¾ p.	25
26	. . . . [4½-4¾ p.	. . .	. . .	132	. . . .	26
27	. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	27
28	. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	28
29	. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	29
30	. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	30
31	. . . .	. . .	. . .	125	. . . .	31
Monatsmittel		. . .	0 Tage.	127 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Juli 30 - 3. Aug.	17·6
4 - 8 „	18·6
9 - 13. „	15·7
14 - 18. „	16·6
19 - 23. „	17·3
24 - 28. „	13·2
29 - 2. Sept	18·4

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	132 cm. am 26.
Niedrigster Wasserstand des Mains	120 cm. am 7.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 109·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden 1·0 Meter.

…rschlag …m und Zeit	Schneehöhe 9 h a cm	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. . . .	. . .	. . .	125	. . . .	1
. . . .	. . .	. . .	126	∞ 1, 2.	2
. . . .	. . .	. . .	128	T 4¼ - 4¾ p. . .	3
⁰ 11½ - 12 a. ●⁰ 3¾ - 4½,	. . .	. .	123	T 3¼ - 5¼ p. . .	4
. [●² 4½ - 5, ●¹ 5 - 6½ p.	. . .	. . .	120	. . . .	5
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	6
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	7
., ●⁰ 7½ - 7¾ p. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	8
. . . .	. . .	. . .	127	. . . .	9
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	10
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	11
. . . .	. . .	. . .	127	. . . .	12
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	13
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	14
·20 - 10·30 a.	. . .	. . .	126	. . . .	15
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	16
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	17
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	18
. . . .	. . .	. . .	125	. . . .	19
a, ● 10¾ - 11 a, 9 - 9½ p.	. . .	. . .	122	. . . .	20
△ 3·00 - 3·05 p, ▲3·30 - 3·32 p.	. . .	. . .	128	. . . .	21
● 5¼ - 5¾ p.	. . .	. . .	128	. . . .	22
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	23
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	24
a.	. . .	. . .	129	. . . .	25
. . . .	. . .	. . .	129	. . . .	26
¼ a.	. . .	. . .	126	. . . .	27
·20 a - 12·30 p, ● 1 - 2, 9 - 9½ p.	. . .	. . .	126	. . . .	28
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	29
¼ p, ●⁰ 5½ - 6 p. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	30
	. . .	·0 Tage.	126 Mittel.		

…al

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
3 - 7. Sept.	17·1
8 - 12. „	15·4
13 - 17. „	11·4
18 - 22. „	9·0
23 - 27. „	10·1
28 - 2. Okt.	9·7

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	130 cm. am 6. u. 30.
Niedrigster Wasserstand des Mains	120 cm. am 5.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 108·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 8·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

...ag ...d Zeit	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	1
. . . .	. . .	. . .	133	. . . .	2
. . . .	. . .	. . .	133	. . . .	3
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	4
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	5
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	6
-8¼ p.	. . .	. . .	128	. . . .	7
. . . .	. . .	. . .	132	. . . .	8
1·15-1·20, 9½-11½ p.	. . .	. . .	130	. . . .	9
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	10
. . . .	. . .	. . .	131	. . . .	11
. . . .	. . .	. . .	132	. . . .	12
-11 p.	. . .	. . .	131	. . . .	13
. . . .	. . .	. . .	131	. . . .	14
-n.	. . .	. . .	132	. . . .	15
. . . .	. . .	. . .	132	. . . .	16
¾ p.	. . .	. . .	132	. . . .	17
. . . .	. . .	. . .	134	. . . .	18
1¾-2, 3·15-3·20 p.	. . .	. . .	138	. . . .	19
. . . .	. . .	. . .	137	. . . .	20
. . . .	. . .	. . .	134	. . . .	21
a, 2-5 p.	. . .	. . .	132	. . . .	22
p.	. . .	. . .	134	. . . .	23
. . . .	. . .	. . .	132	. . . .	24
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	25
. . . .	. . .	. . .	133	. . . .	26
·50-10·10a, 1·50-2·00p.	. . .	. . .	132	. . . .	27
¼-1 p.	. . .	. . .	132	. . . .	28
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	29
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	30
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	31
Su... m	. . .	0 Tage.	132 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
3 - 7. Okt.	10·9
8 - 12. „	10·5
13 - 17. „	7·3
18 - 22. „	8·2
23 - 27. „	7·9
28 - 1. Nov.	7·8

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	138 cm am 19.
Niedrigster Wasserstand des Mains	128 cm am 7. 30. u. 31.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

...rschlag ...m und Zeit	Schneehöhe 9h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
≡° 5 p-n.	...	...	128	...	1
-11 p.	...	...	130	...	2
...	...	...	130	...	3
●° 2¼-4½ p.	...	..	116	...	4
...	...	...	110	...	5
...	...	...	112	...	6
...	...	...	112	...	7
...	...	...	124	...	8
¾-9 p.	...	...	128	...	9
-6 p.	...	...	130	...	10
...	...	...	128	...	11
...	...	...	126	...	12
...	...	...	126	...	13
●° 7-9 p.	...	...	128	...	14
...	...	...	130	...	15
-12 a. 5 p-n.	...	...	130	...	16
a-1 p.	...	...	129	...	17
...	...	...	126	...	18
...	...	...	126	...	19
...	...	...	128	...	20
...	...	...	128	...	21
...	...	...	126	...	22
...	...	...	126	...	23
...	...	...	127	...	24
-4¼ p.	...	...	126	...	25
p, ●¹ △¹ 2½-3 p.	...	...	132	...	26
...	...	...	130	...	27
✳° 8¾-9 a.	...	...	128	...	28
...	...	...	126	...	29
a. 1-10 p.	9	Schnd	128	...	30
	...	1 Tag.	126 Mittel.		

...rde
4 Mal
32 „
6 „
2 „
12 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
2 - 6. Nov.	8·4
7 - 11. „	6·7
12 - 16. „	1·5
17 - 21. „	2·5
22 - 26. „	0·6
27 - 1. Dec.	—0·6

Höchste beobachtete Schneedecke	9 cm. am 30.
Höchster Wasserstand des Mains	132 cm am 26.
Niedrigster Wasserstand des Mains	110 cm. am 5.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Zeit	Schneehöhe 9 h a (cm)	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	
. . . .	8	Schnd.	129	. . . .	
. . . .	8	Schnd.	129	. . . .	
. . . .	8	Schnd.	129	. . . .	
. . . .	7	Schnd	20	Nadelwehr umgelegt	
. . . .	7	Schnd.	18	. . . .	
. . . .	6	Schnd.	14	. . . .	
. . . .	6	Schnd.	14	. . . .	
1 ½ p. == 5 p-n. .	6	Schnd	16	. . . .	
. . . .	5	Schnd.	14	. . . .	
. . . .	16	Schnd.	12	. . . .	1
. . . .	5	Schnd.	8	. . . .	1
. . . .	5	Schnd.	32	. . . .	1
. . . .	4	Schnd.	34	. . . .	1
. . . .	4	Schnd.	35	. . . .	1
. . . .	4	Schnd.	37	. . . .	1
. . . .	3	Schnd.	58	. . . .	16
. . . .	3	Schnd.	58	. . . .	17
. . . .	3	Schnd.	47	. . . .	18
1 a 3-4 p.	3	Schnd.	40	. . . .	19
. . . .	3	Schnd.	36	. . . .	20
. . . .	4	Schnd.	34	. . . .	21
. . . .	. . .	. . .	34	. . . .	22
. . . .	. . .	. . .	38	. . . .	23
. . . .	. . .	. . .	136	Nadelwehr aufgestellt	24
. . . .	. . .	. . .	150	. . . .	25
. . . .	. . .	. . .	144	. . . .	26
. . . .	. . .	. . .	152	. . . .	27
. . . .	. . .	. . .	162	. . . .	28
. . . .	. . .	. . .	158	. . . .	29
. . . .	. . .	. . .	152	. . . .	30
. . . .	. . .	. . .	138	Nadelwehr umgelegt	31
	. . .	21 Tage.	70 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
2 - 6. Dec.	—2·1
7 - 11. „	—2·2
12 - 16. „	—0·4
17 - 21. „	—2·7
22 - 26. „	5·2
27 - 31. „	—1·9

Höchste beobachtete Schneedecke	16 cm. am 10.
Höchster Wasserstand des Mains	162 cm. am 28.
Niedrigster Wasserstand des Mains	8 cm. am 11.


K
ydabi

Jahresbericht

des

Physikalischen Vereins

zu

Frankfurt am Main

für das Rechnungsjahr

1889—1890.

Frankfurt am Main.

C. Naumann's Druckerei.

1891.

Jahresbericht

des

Physikalischen Vereins

zu

Frankfurt am Main

für das Rechnungsjahr

1889—1890.

Frankfurt am Main.

C. Naumann's Druckerei.

1891.

Vereinsnachrichten.

Mitglieder.

Der Physikalische Verein zählte am Ende des Jahres 1888—89 407 Mitglieder, von welchen im neuen Rechnungsjahre 21 ausgetreten oder verstorben und zu denen 30 neue Mitglieder hinzugetreten sind, so dass die Mitgliederzahl am Ende des Jahres 416 beträgt. Die Namen derselben sind die folgenden:

* Mitglieder des Gesammtvorstandes.

Herr Adler-Stiebel, M., Bankier.
" Albert, E. C., Mechanikus.
" Alfermann, F., Apotheker.
" Alten, Heinrich.
" Althen, W.
" Ambrosius, J., Schlosser.
" Andreae, Hermann, Director.
" Andreae, Hugo, Director.
" Andreae-Passavant, J., Director.
" André, C. A., Musikalienverleger.
" Askenasy, A., Ingenieur.
" Auerbach, Moses, Dr. jur.
" Auffarth, J. B., Buchhändler.
" Baer, Joseph.
" Baer, Max.
" de Bary, Heinr. Anton.
" * de Bary, Jac., Dr. med.
" Bacon, J. C.
" Baerwindt, Dr. med.
" Bauer, L., Consul.
" Bauer, M.
" Baumann, Adolph.
" Baumann, C. J., Opernsänger.
" Baunach, Victor.
" Bechel, Ingenieur.
" Bechhold, J. H., Dr. phil.
" Beck, Hugo.
" Becker, Carl.
" Beer, Sondheimer & Co.
" Belli, Ludw., Dr. phil., Chemiker.

Herr Berger, Joseph, Dr. phil.
" Besthorn, Emil, Dr. phil.
" v. Bethmann, Simon Moritz, Freiherr.
" Beyerbach, Carl, Hattersheim.
" Bing, Michael.
" Binding, Carl.
" Binding, Conrad.
" Blankenburg, Max, Zahnarzt.
" Blum, Isaak, Lehrer.
" Blumenthal, E., Dr. med.
" Blumenthal, Adolph.
" Bockenheimer, J. H., Dr. med., Sanitätsrath.
" Bode, Paul, Dr. phil., Lehrer.
" Bolongaro, C. M.
" Bonn, M. B.
" * Bonn, Ph. B.
" Bonn, Wilh. B.
" Borgnis, Franz.
" Böttger, Bruno.
" Böttger, Hugo, Director.
" Braun, W.
" Braunfels, Otto.
" Braunschweig, O., Elektrotechniker.
" Brentano, Louis, Dr. jur.
" Brönner, Robert.
" Brötz, Wilh.
" Bruger, Th., Dr. phil.
" Buchka, F. A., Apotheker.
" Bulling, Daniel, Maschinenmeister.

Herr Büttel, Wilhelm.
„ Cahn, Heinrich.
„ Cahn, Julius E.
„ Chun, Gustav, Rector.
„ Clemm, Carl Otto, Apotheker.
„ Cnyrim, Victor, Dr. med.
„ Cronberger, B.
„ Dann, Leopold.
„ Daube, G. L.
„ Degener, Carl C. L., Dr., Zahnarzt.
„ Deichler, J. C., Dr. med.
„ Diehl, Th., Dr. phil.
„ Dietze, Hermann.
„ Dill, Louis, Ingenieur.
„ Dondorf, B.
„ Dondorf, P.
„ Donner, P. C.
„ Drexel, H. Th.
„ Dreyfus, J.
„ Drory, William W., Director.
„ Du-Bois, August.
„ Ebenau, Fr., Dr. med.
„ Edelmann, Bernhard, Ingenieur.
„ Edinger, Ludwig, Dr. med.
„ Ehrenbach, R.
„ Ehricke, Johannes.
„ Ellinger, Leo.
„ * Engelhard, Carl, Apotheker.
„ Epstein, Theob., Dr. phil.
„ v. Erlanger, L., Freiherr.
„ Ettling, Georg Friedr. Jul.
„ Eurich, H., Dr. phil.
„ Eyssen, Remy.
„ Feist-Belmont, Carl.
„ Feist, J., Dr. phil.
„ Fellner, J. C.
„ Finger, Eduard.
„ Flersheim, Robert.
„ Flesch, J. G., Dr. med.
„ Flesch, Max, Dr. med., Prof.
„ Flinsch, R.
„ Flörsheim, Sally.
„ Foucar, Georg.
„ Franc v. Liechtenstein, R.
„ Frank, H., Apotheker.
„ Fresenius, Phil., Dr. phil., Apotheker.
„ Fridberg, R., Dr. med.
„ Friedmann, H.
„ Friedmann, Joseph.
„ Fries, J. S., Sohn.
„ Fries-Dondorf, Jacob.
„ * v. Fritzsche, G. A. Th., Dr. phil.
„ Frohmann, Ferd., Kaufmann.
„ Fuld, Dr., Justizrath.
„ Fulda, Carl Herm.
„ Gans, Adolph.

Herr Gans, Leo, Dr. phil.
„ Gerngross, August.
„ Gerson, Jacob, General-Consul.
„ Glöckler, Alex, Dr. med.
„ Goeckel, L., Director.
„ Goldschmidt, Adolf B. H.
„ Goldschmidt, Eduard.
„ Goldschmidt, M. B.
„ Grimm, Heinrich.
„ Grund, W., Dr. phil.
„ Grunelius, Adolf.
„ v. Guaita, Max.
„ v. Günderode, C., Dr. phil., Freiherr
„ Hahn, Adolf L. A.
„ Hahn, Louis Alfred.
„ Hahn, Moritz L. A.
„ Hanau, Heinr. Ant.
„ * Hartmann, Eugen, Ingenieur.
„ Hasslacher, Franz.
„ Hauck, Otto.
„ Heimpel, Carl.
„ Heineken, Fred., Stadtrath.
„ Henrich, C. F., jun.
„ Heräus, Heinrich, Hanau.
„ Herold, Rudolph, Lehrer.
„ v. Hergenhahn, A., Polizeipräsid. a. D.
„ Hesse, Theod.
„ v. Heyden, L., Major a. D., Dr. phil.
„ Hilf, Philipp.
„ Hilger, H., Mechaniker u. Optiker.
„ Hirschvogel, Matthias.
„ Hochschild, J.
„ Hoff, Carl.
„ Hohenemser, Wilhelm.
„ Holthoff, Fr., Hauptmann z. D.
„ v. Holzhausen, Georg, Freiherr.
„ Holzmann, Ph.
„ Holzmann, W.
„ Homeyer, F., Dr. phil.
„ Horkheimer, Anton, Stadtrath.
„ Horstmann, H.
„ Höchberg, Otto.
„ * Jassoy, Ludw. Wilh., Apotheker
„ Jasper, Just., Lehrer.
„ Jelkmann, Fr., Thierarzt.
„ Jilke, Theod., Dr. phil.
„ Jung, Gustav, stud.
„ Jung, Heinrich.
„ Jügel, F.
„ Kahn, H.
„ Kayser, L.
„ Keller, Adolf.
„ Kern, Julius.
„ Kessler, Heinrich.
„ Kiesewetter, Gustav, Lehrer.
„ Kirchheim, Simon, Dr. med.

Herr * Klein, Jacob Philipp.
" Klein, Nicolaus.
" Kleyer, Adolph, Dr. phil.
" Kleyer, Heinrich.
" Klie, Albert.
" Klimsch, Carl.
" Klimsch, Eugen.
" * Knopf, Ludwig, Dr. jur., Stadtrath.
" Koch, M. W.
" Kohler, Hermann.
" Kohn, C., Director.
" Kohn-Speyer, Eduard.
" Kohn-Speyer, Sigismund.
" Kotzenberg, Gustav.
" Koenitzer, C. E.
" Krauth, Wilhelm.
" Krebs, Constantin.
" Kugler, Adolf.
" Küchler, Eduard.
" Lachmann, B., Dr. med.
" Ladenburg, August.
" Ladenburg, Emil, Geh. Cmrz.-Rath.
" Lattmann, Otto.
" Laubenheimer, A., Dr. phil., Prof., Höchst.
" Lämmerhirt, C., Director.
" Leesewitz, Gilbert.
" Leuchs-Mack, Ferdinand.
" * Libbertz, Arnold, Dr. med., Sanitätsr.
" Lindheimer, Julius.
" Lindheimer, Ludwig, Dr. jur.
" Lindheimer, Otto.
" Lindley, W. H., Baurath.
" Lion, Franz.
" Lochmann, Richard.
" Loeb, Michael, Dr. med.
" Loebenberg, Leopold.
" Loewenthal, Leo, Dr. med.
" * Lucius, Eugen, Dr. phil.
" Maas, M., Dr. jur.
" Mahr, G. W.
" Mainz, L.
" Manskopf, J. Ph. N.
" Marburg, Rudolf.
" Marx, Ferd. Aug., Dr. med.
" Matti, J. J. A., Dr. jur.
" May, Franz, Dr. phil.
" May, Martin.
" May, Martin, jun.
" May, Oskar, Dr. phil.
" Meister, W. C. J.
" Meixner, Richard.
" Melcher, Heinrich.
" Merton, Wilhelm.
" Merton, Z.
" Metzler, Alb., Stadtrath, Gen.-Consul.

Herr Metzler, Wilhelm.
" Mezger, Carl.
" Michaelis, Julius.
" * Milani, Heinrich.
" Minjon, Hermann.
" Moehring, Georg H.
" Moldenhauer, Karl.
" Mouson, Daniel.
" Mössinger, Victor.
" Mumm v. Schwarzenstein, Hermann.
" Müller, C., Dr. phil.
" Müller, Franz A. R., Lehrer.
" Nassauer, Marx.
" Nestle, Richard.
" Neubert, W. L.
" Neubürger, Theodor, Dr. med.
" * v. Neufville, Alfred.
" v. Neufville, Otto, General-Consul.
" Neumeyer, S., Apotheker.
" Noll, Ferd., Lehrer, Bockenheim.
" Nonne, August, Apotheker.
" Nördlinger, Hugo, Dr. phil.
" Opificius, Ludwig.
" Oplin, Adolf.
" Oppel, Herm., Mechaniker.
" Oppenheimer, M.
" Osterrieth-Laurin, August.
" Osterrieth, Eduard.
" Passavant, G., Dr. med., Sanitätsrath.
" Pauli, Dr. phil., Höchst.
" Paulson, Gerhard, Zahnarzt.
" Peipers, G. F.
" * Petersen, Theodor, Dr. phil.
" Petsch-Goll, J. Ph., Geh. Cmrz.-Rath.
" Pfeiffer, Eugen.
" Pfeiffer, Theodor.
" Pfungst, Arthur, Dr. phil.
" Pfungst, Julius.
" Pichler, Heinrich.
" Pokorny, Ludwig, Bockenheim.
" Pollitz, Carl.
" Popp, Georg, Dr. phil.
" Poppelbaum, H.
" v. Portatius, C., Major a. D.
" Posen, Eduard.
" Posen, J. L.
" Puls, Otto, Syndicus der Handelskammer und k. rumän. Consul.
" Quilling, Friedr. Wilh.
" Raab, Alfred, Dr. phil.
" Rademacher, Eduard.
" Rademann, Otto, Director.
" Rapp, Carl.
" Rapp, Gustav.
" Ravenstein, Simon.
" Rehn, H., Dr. med.

Herr Reichard, August.
„ Reichard, Gottlob.
„ * Reichard-d'Orville, Georg.
„ Reiffenstein, Carl Theodor, Maler.
„ Reiss, Paul.
„ Renner, Fritz.
„ Reutlinger, Jacob.
„ Ricard-Abenheimer, L. A.
„ Richard, Ferd.
„ Rikoff, Jacob.
„ Risse, Hugo.
„ Roos, Isr., Dr. phil.
„ Rosenberger, F., Dr. phil.
„ Rosenthal, Emil.
„ Roth, G.
„ Roth, H.
„ v. Rothschild, Wilh. C., Freiherr.
„ Röder, Theodor.
„ Rödiger, Ernst, Dr. med.
„ * Rössler, Hector, Director.
„ * Rössler, Hch., Dr. phil., Director.
„ Rumpf, Gustav Andreas, Dr. phil.
„ Ruoff, G., Dr. phil.
„ Rüdiger, A., Dr. phil., Homburg v. d. H.
„ Rühl, H.

„ Sauerwein, Carl.
„ Scharff, Alexander.
„ Scharff, Julius.
„ Schäffer, Fritz, Zahnarzt.
„ Scherlenzky, Dr. jur., Justizrath.
„ Schiele, L., Ingenieur.
„ Schiele, S., Director.
„ Schiff, Ludwig.
„ Schlesicky, Emil.
„ Schlesicky-Ströhlein, F.
„ Schleussner, C., Dr. phil.
„ Schleussner, Karl, stud.
„ Schmeck, Heinrich, Lehrer.
„ Schmidt, Leopold.
„ Schmidt-Günther, Gustav.
„ Schmidt-Metzler, M., Dr. med., San.-R.
„ Schmölder, P. A.
„ * Schnapper, Isidor Heinrich.
„ Schneider, Alexander, Director.
„ Scholl, Gustav.
„ Schuster, Bernhard.
„ Schuster, J.
„ * Schütz, H., Dr. phil., Oberlehrer.
„ Schwab, Moses.
„ Schwabacher, Gustav.
„ Schwabacher, Hugo, Chemiker.
„ Schwarzschild, Ferd.
„ Schwarzschild, M.
„ Seestern-Pauly, G.

Herr Seuffert, Theodor, Dr. med.
„ Siesmayer, Ph., Bockenheim.
„ Simons, W.
„ Soemmerring, Carl.
„ Sonnemann, Leopold.
„ Speyer, Wilh., stud. chem.
„ Spiess, Alex., Dr. med., San.-Rath.
„ Spohr, Hch.
„ Stahl, Carl, Dr. med.
„ Staudt, Franz.
„ Steffan, Ph. J., Dr. med.
„ Stein, Sieg. Th., Dr. med., Hofrath.
„ Steinkauler, Th., Dr. phil.
„ Stephani, C. J., Dr. phil.
„ Stern, Bernhard, Dr. med.
„ Stern, Theodor.
„ Stiebel, Carl.
„ Storck, C. Th.
„ Strauss, O. D., Fabrikant.
„ Stroof, J., Director, Griesheim.
„ St. Goar, M.
„ Sulzbach, Carl, Dr. jur.
„ Süsskind, Julius.

Tiefbauamt.
„ Töplitz, Julius, Kaufmann.
„ Trier, Theodor.

„ Ullmann, Jul.
„ Una, S.

„ Valentin, J.
„ v. den Velden, Reinhard, Dr. med.
„ Vogt, Ludwig, Director.
„ Vogtherr, Hermann.

„ Wagner, Fr., Lehrer, Bockenheim.
„ Walz, Georg, Dr. phil.
„ Weber, Andr., Stadtgärtner.
„ Weber, H.
„ Weckerling, F., Fabrikant.
„ Weckerling, Heinrich.
„ Weiffenbach, Th.
„ Weigert, Carl, Dr. med., Professor.
„ Weiller, Jacob H.
„ Weinmann, A., Inspector.
„ Weller, Albert, Dr. phil.
„ Wertheim, J., Maschinenfabrikant.
„ Wertheimber, Em.
„ Wetzlar, Emil.
„ Wirsing, F. W.
„ * Wirsing, Paul, Dr. med.
„ Woell, W.
„ Wolff, Hermann.

„ Zander, Aug.
„ Zehfuss, G., Dr. phil., Professor.
„ * Ziegler, Julius, Dr. phil.

Ehren-Mitglieder.

Herr Prof. Dr. Abbe in Jena.
" Prof. A. v. Baeyer in München.
" Prof. Dr. Becquerel in Paris.
" Prof. Dr. Wilhelm von Bezold, Geh. Reg.-Rath, Director des kgl. meteorol. Institutes in Berlin.
" Prof. Dr. A. Buchner in München.
" Wirkl. Geh. Rath Professor Dr. Bunsen Exc. in Heidelberg.
" Prof. Dr. E. Erlenmeyer dahier.
" Prof. Dr. Emil Fischer in Würzburg.
" Prof. Dr. R. Fittig in Strassburg i. E.
" Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Förster, Director der k. Sternwarte in Berlin.
" Geh. Hofrath Prof. Dr. Fresenius in Wiesbaden.
" Prof. Dr. F. Goppelsroeder, Mülhausen i. E.
" Prof. Dr. Carl Gräbe in Genf.
" Prof. Dr. S. Günther in München.
" Geh. Hofrath Prof. Dr. Hankel in Leipzig.
" Dr. Julius Hann, Director der k. k. Centralanst. f. Met. u. Erdmagn. in Wien, Hohe Warte.
" Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. von Helmholtz in Berlin.
" Dr. Gustav Hellmann, Oberbeamter des k. met. Inst. in Berlin.
" Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. A. W. von Hofmann in Berlin.
" Hermann Honegger in Orotava auf Teneriffa.
" Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Kekulé in Bonn.
" Geh. Hofrath Prof. Dr. E. Kittler in Darmstadt.
" Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Knoblauch in Halle.

Herr Geh. Med.-Rath Prof. Dr. med. Robert Koch in Berlin.
" Prof. Dr. Friedr. Kohlrausch in Strassburg i. E.
" Geh. Hofrath Prof. Dr. Herm. Kopp in Heidelberg.
" Prof. Dr. W. Koeppen in Hamburg, Seewarte.
" Prof. Dr. A. Kundt in Berlin.
" Geh. Regier.-Rath Prof. Dr. Landolt in Berlin.
" Prof. Dr. Lenz, Mitglied der kais. russ. Akademie in St. Petersburg.
" Prof. Dr. Lerch in Prag.
" Prof. Dr. C. Liebermann in Berlin.
" Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Limpricht in Greifswald.
" Dr. J. Löwe dahier.
" Reg.-Rath Dr. L. Löwenherz, Director der phys. techn. Reichsanstalt in Berlin.
" Prof. Dr. E. Mach in Prag.
" Prof. Dr. F. Melde in Marburg.
" Prof. Dr. Mendelejeff in St. Petersburg.
" Prof. Dr. Lothar Meyer in Tübingen.
" Geh. Rath Prof. Dr. V. Meyer in Heidelberg.
" Staats- und Finanzminister Dr. J. Miquel, Exc. in Berlin.
" Prof. Dr. H. Mohn, Director der k. norweg. meteorol. Centralanstalt in Christiania.
" Prof. Dr. Mulder in Utrecht.
" Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Neumann in Königsberg.
" Prof. Dr. G. Neumayer, wirkl. Geh. Adm.-Rath u. Director der Deutschen Seewarte in Hamburg.

Herr Prof. Dr. L. F. Nilson in Stockholm.
„ Prof. Dr. J. J. Oppel dahier.
„ Geheimrath Prof. Dr. M. v. Pettenkofer in München.
„ Prof. Dr. O. Pettersson in Stockholm.
„ Prof. Dr. Raoul Pictet in Genf.
„ Prof. Dr. Rammelsberg in Berlin.
„ Albert v. Reinach dahier.
„ Prof. Dr. v. Reusch in Stuttgart.
„ Prof. Dr. Theod. Richter in Freiberg in Sachsen.
„ Prof. H. E. Roscoe in Manchester.
„ Prof. Dr. v. Sandberger in Würzburg.
„ Prof. Dr. Hugo Schiff in Florenz.
„ Geh. Reg.-Rath Dr. W. v. Siemens in Berlin.
„ Prof. Dr. W. Staedel in Darmstadt.
„ Prof. Jean Servais Stas in Brüssel.
„ Prof. Dr. Stern in Zürich-Hottingen.
„ Prof. Silvanus P. Thompson in London.
„ Prof. Dr. Sir William Thomson in Manchester.

Herr Prof. Dr. John Tyndall in London, Royal Institution.
„ Geh. Medicinalrath Prof. Dr. Virchow in Berlin.
„ Prof. Dr. H. W. Vogel in Berlin.
„ Dr. G. H. Otto Volger in Soden a. T.
„ Prof. Dr. Volhard in Halle.
„ Prof. Dr. J. G. Wallentin in Wien.
„ Reg.-Rath Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Wien.
„ Wirkl. Geh.-Rath Prof. Dr. Wilh. Weber in Göttingen.
„ Hofrath Prof. Dr. Wiedemann in Leipzig.
„ Prof. Dr. V. Wietlisbach in Bern.
„ Prof. und Akademiker Dr. Wild in St. Petersburg.
„ Prof. Dr. H. Will in Giessen.
„ Oberbergrath Professor Dr. Clemens Winkler in Freiberg, Sachsen.
„ Prof. Dr. Wislicenus in Leipzig.
„ Prof. Dr. Wüllner in Aachen.

Vorstand.

Den Vorstand des Physikalischen Vereins bildeten im Jahre 1889—90 die Herren:

Dr. phil. Theodor Petersen,
Dr. phil. Julius Ziegler,
A. v. Neufville,
Ph. B. Bonn,
Eugen Hartmann und
Dr. med. A. Libbertz.

Den Vorsitz führte Herr Dr. Petersen, das Schriftführeramt Herr von Neufville und die Kasse Herr Bonn.

Generalversammlung.

Die statutenmässige ordentliche Generalversammlung wurde Samstag, den 18. Oktober, Abends 7 Uhr, im grossen Hörsaal des Vereins abgehalten.

Der Vorsitzende, Herr Dr. Petersen, berichtete in derselben zuerst über die Mitglieder des Vereins, deren Zahl in erfreulicher Zunahme sich befindet. Leider beklagt der Verein unter den verstorbenen Mitgliedern zwei eifrige und langjährige Förderer seiner Bestrebungen, die Herren Dr. med. C. Lorey und Dr. med. J. Schölles. Unter den Ehrenmitgliedern verstarb Prof. Dr. Löwig in Breslau. Zu Ehrenmitgliedern wurden im Laufe des Jahres ernannt, Se. Exc. der k. Staats- und Finanzminister Dr. J. Miquel in Berlin, Geh. Medicinal-Rath Prof. Dr. med. R. Koch und Reg.-Rath Dr. L. Löwenherz, Director der physikalisch-technischen Reichsanstalt in Berlin, Prof. Dr. F. Goppelsröder in Mülhausen i. E., Regier.-Rath Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Wien und Baron A. v. Reinach dahier, dem der Verein durch hochherzige Gaben zu besonderem Danke verpflichtet ist.

Der Vorsitzende verbreitete sich darauf über die wissenschaftlichen Arbeiten, die Vorlesungen und die Thätigkeit der einzelnen Abtheilungen des Institutes, insbesondere seines jüngsten Zweiges der elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt, welche sich allseitiger Anerkennung mehr und mehr zu erfreuen hat.

Dem Verein wurde wiederum eine Subvention von *M.* 3500 Seitens der Stadt und von *M.* 2000 für die elektrotechnische Lehranstalt Seitens der k. Staatsregierung zu Theil. Ferner flossen demselben von einer Reihe von Gönnern namhafte Geldgeschenke zu, für welche Zuweisungen allseitig gedankt wird. Die Namen der Geber und die einzelnen Beträge sind in dem nachfolgenden Bericht neben den dem Verein zu Theil gewordenen anderweitigen Geschenken näher verzeichnet.

Die von den Kassenrevisoren, den Herren H. Friedmann und H. Minjon geprüfte Vereinsrechnung wurde richtig befunden, dem Vorstande Decharge ertheilt und der Voranschlag für das neue Vereinsjahr genehmigt.

Für den einem ehrenvollen Ruf nach Berlin gefolgten Herrn Sanitätsrath Dr. med. A. Libbertz wurde zunächst Herr Dr. med. J. de Bary als Ersatzmann und für die statutenmässig austretenden Herren E. Hartmann und Dr. J. Ziegler, die Herren Dr. Ph. Fresenius und H. Milani in den Vorstand, darauf die Herren M. v. Guaita, Director C. Lämmerhirt und W. Merton zu Kassenrevisoren erwählt.

Bei der weiter vorgenommenen Wahl von sechs Wahlmännern in die Commission zur Besetzung der Stelle eines ordentlichen Lehrers und Leiters der elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt vereinigten sich die meisten Stimmen auf die Herren E. Hartmann, Dr. E. Lucius, Dr. O. May, Dr. H. Rössler, Th. Trier und Dr. J. Ziegler.

Schliesslich sprach Herr Th. Trier dem Vorstande und besonders dem Vorsitzenden, Herrn Dr. Petersen, den Dank der Versammlung für die umsichtige Leitung des Vereins aus, worauf der Vorsitzende verbindlich erwiederte.

Geschenke.

Geldgeschenke.

Albert v. Reinach	M.	2000.—
Wm. B. Bonn	„	250.—
Hector Rössler	„	500.—
Dr. Heinrich Rössler	„	500.—
James Speyer	„	500.—
Edgar Speyer	„	500.—
Grunelius & Co.	„	250.—
D. & J. de Neufville	„	250.—
v. Erlanger & Söhne	„	250.—
Philipp Nicolaus Schmidt	„	250.—
Dr. E. Lucius	„	500.—
C. F. W. Meister	„	250.—
B. H. Goldschmidt	„	150.—
M. v. Guaita	„	100.—
Emil Rosenthal	„	100.—
Carl Metzler	„	150.—
Chemische Gesellschaft	„	100.—
zusammen	M.	6600.—

Bücher und Schriften.

a. im Tauschverkehr.

Bamberg. Gewerbe-Verein. — Wochenschrift 1889. Naturforschende Gesellschaft, XV. Bericht, 1890.

Basel. Naturforschende Gesellschaft. — Verhandlungen, VIII. Band, 3. (Schluss)-Heft, IX. Band, 1.

Berlin. Deutsche Chemische Gesellschaft. — 23. Jahrgang, No. 7 bis 18, 24. Jahrgang, No. 1—5.

Berlin. Rechen-Institut der Königl. Sternwarte. — Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1892.

Berlin. Königl. Preuss. Academie der Wissenschaften. — Sitzungs-Berichte 1889 XXXIX—LIII, 1890 I—LIII.

Berlin. Königl. Preuss. meteorologisches Institut. — Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1890, Heft 1. — Abhandlungen, Band I, No. 1—3.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. — Mittheilungen 1889, No. 1215 bis 1243.

Bistritz in Siebenbürgen. Gewerbeschule. — XVI. Jahresber. 1889/90.

Boston. American Academy of arts and sciences. — Proceedings of the americ. Acad. Neue Serie, Band XV und XVI (der Gesammt-Serie, Band XXIII und XXIV).

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. — Abhandl., 11. Band, 1. und 2. Heft.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. — 67. Jahresbericht, 1889.

Brünn. Naturforschender Verein. — Verhandlungen 1888, 27. Band und 7. Bericht der meteorolog. Commission pro 1887.

Budapest. Königl. Ungarische Academie der Wissenschaften. — Almanach pro 1890. Naturwissenschaftlich-mathematischer Anzeiger, VII, No. 4—9, VIII, No. 1—5. — Naturwissenschaftliche Abhandlungen, XVIII, No. 6 und 7, XIX, No. 1—10. — Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen, XXIII, No. 4. — Naturwissenschaftliche Berichte, VII. Band. — Mathem. Abhandl., XIV, No. 2 und 3. — Alphabet. Zusammenstellung der Werke, welche im Verlage der Ungarischen Academie der Wissenschaften erschienen sind (1830—1889).

Chemnitz. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. — 11. Bericht, 1. Januar 1887 bis 30. Juni 1889.

Chemnitz. Königl. Sächs. meteorolog. Institut. — Jahrbuch 1888 und 1889, Jahrgang VI—VII.

Cordoba. Academia Nacional de ciencias. — Boletin, Tomo X, Entrega 3.

Costa Rica. Costa Rica und seine Zukunft von Paul Biolley.

Danzig. Naturf. Gesellschaft. — Schriften, Neue Folge, 7. Band, 3. Heft.

Darmstadt. Verein für Erdkunde. — Notizblatt, 4. Folge, 10. Heft, 1889.

Davos. Kur-Verein Davos-Platz. — Davoser Wetterkarte 1890.

Dorpat. Meteorolog. Observatorium. — Witterungsbeobachtungen für Luftdruck, Temperatur, Wind, Bewölkung und Niederschläge vom Jahre 1881—1883 nebst Tagesmittel.

Dorpat. Naturforschende Gesellschaft. — Fortsetzung der neuen Untersuchungen über die Bessel'sche Formel und deren Anwendung in der Meteorologie, von Dr. Karl Weihrauch, 1890.

Dresden. Naturwissenschaftl. Gesellschaft „Isis". — Sitzungs-Berichte und Abhandlungen, Juli bis Dezember 1889.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. — Bericht. 74. Jahrg. 1888 und 1889.

Erlangen. Physikalisch-medicinische Societät. — Sitzungs-Berichte 1889, 21. Heft und 1890, 22. Heft.

Florenz. Professor Hugo Schiff. — 15 anni di vita universitaria dello istituto di studi superiori in Firenze 1890. — Derivati fluorescenti di metadiame aromatiche. — Untersuchungen über Verbindungen des Benzidins.

Frankfurt a. M. Senckenberg. Naturf. Gesellschaft. — Bericht 1890.

Frankfurt a. M. Verein für Geographie und Statistik. — 53. und 54. Jahresbericht, 1888/90.

Frankfurt a. M. Dr. Senckenberg'sche Stiftung, 55./56. Nachricht.

Frankfurt a. d. O. Naturwissenschaftlicher Verein. — Monatliche Mittheilungen 1889/90, No. 9—12.

Frankfurt a. d. O. Societatum litterae. — Verzeichniss von Publicationen, 1889, No. 11—12, 1890, No. 1—12.

Freiberg i. Sachsen. Dr. Clemens Winkler. — Ueber die Reduction von Sauerstoffverbindungen durch Magnesium. — Die Frage nach dem Wesen der chemischen Elemente.

St. Gallen. Naturforschende Gesellschaft. — Bericht 1887—88.

Genf. Société helvétique. — Archives des sciences physiques et natur. compte rendu 1889.

Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. — 27. Bericht.

Göttingen. Königl. Gesellschaft der Wissenschaften. — Nachrichten aus dem Jahre 1890, No. 1—21.

Graz. Naturwissenschaftl. Verein für Steiermark. — Jahrgang 1889.

Graz. Verein der Aerzte in Steiermark. — Mittheilungen 1889.

Greifswald. Naturwissenschaftlicher Verein von Neu-Vorpommern und Rügen. — Mittheilg., 1889 und 1890, 21. und 22. Jahrg.

Halle. Kais. Leop. Carol. deutsche Academie der Wissenschaften. — Leopoldina, 1889, 26. Heft, No. 1—24.

Hamburg. Deutsche Seewarte. — Ergebnisse der Sturmwarnungen im Jahre 1889. — Monatsberichte, September 1889 bis März 1890. — Ergebnisse der Wetterprognose 1889. — Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen, 11. Jahrgang, 1888. — Archiv der Deutschen Seewarte, 12. Jahrgang, 1889. — Deutsche überseeische meteorologische Beobachtungen, Heft 2 und 3.

Hannover. Naturhistorische Gesellschaft. — 38. und 39. Jahresbericht, 1887/89.

Harlem. Société hollandaise des sciences. — Archives, néerlandaises des sciences exactes et nat., Tome XXIV, 2.—5. Lieferung.

Heidelberg. Naturhistorisch-medicin. Verein. — Verhandlungen, Neue Folge, 4. Band, 4. Heft.

Hermannstadt. Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaft. — Verhandlungen, 39. Jahrgang.

Innsbruck. Naturwissenschaftlicher medicinischer Verein. — Bericht, 18. Jahrgang, 1888/89.

Karlsruhe. Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogthum Baden. — Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse, von den Quellen bis zum Austritt des Stromes aus dem Deutschen Reich. Eine hydrographische, wasserwirthschaftliche und wasserrechtliche Darstellung mit vorzugsweise eingehender Behandlung des deutschen Stromgebietes. Im Auftrage der Reichskommission zur Untersuchung der Rheinstromverhältnisse herausgegeben 1889. Mit Atlas.

Karlsruhe. Deutsches meteorologisches Jahrbuch, Grossherzogthum Baden, 1889.

Karlsruhe. Jahresbericht des Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen und Wasserstandsaufnahmen 1889.

Klagenfurt. Naturhistorisches Landesmuseum von Kärnten. — Jahrbuch, 37. Jahrgang, 20. Heft. — Diagramme der meteorol. und magnet. Beobachtungen zu Klagenfurt, Witterungsjahr 1889.

Klausenburg. Siebenbürgischer Museums-Verein. — Medicinisch-naturwissenschaftliche Section, XIV. und XV. Band, 1889/90.

Königsberg. Physikalisch-ökonomische Gesellschaft. — Schriften, 30. Jahrgang, 1889.

Landshut. Botanischer Verein. — 11. Bericht, 1888/89.

Leipzig. Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaft., math.-phys. Classe. — Berichte 1889, 2—4; 1890, 1—4 nebst Register zu den Jahrgängen 1846/85.

Leipzig. Naturforschende Gesellschaft. — Sitzungsberichte 1888/90.

Leipzig. Fürstl. Jablonowsky'sche Gesellschaft. — Preisschrift, No. X, mathem. naturwissenschaftl. Section.

Leipzig. Breitkopf & Härtel im Namen des Verfassers Lothar Meyer: Grundzüge der theoretischen Chemie.

London. Royal society. — Report of the meteorol. Council, 1888/89.

Lugano. Societa elvetica della scienze naturali. — Conto-Reso 1888/89, 72ª Sessione.

Lüneburg. Naturwissenschaftlicher Verein. — Jahreshefte des nat. Vereins des Fürstenthums Lüneburg, XI, 1888/89.

Lüttich. Société géologique de Belgique. — Annales, 17 und 18 pro 1889/90.

Manchester. Literary and Philosophical Society. — Proceedings, Vol. I—IV, 1888/89.

Mexico. Sociedad cientifica. — Antonio Alzate, Memoiras Tomo II, No. 12 und III, No. 9—10.

Moskau. Société impériale des Naturalistes. — Bulletin No. 3—4, 1889 und No. 1—3, 1890. Meteorologische Beobachtungen 1890, 1. Hälfte.

Mühlhausen i. E. Dr. Friedr. Goppelsroeder. — Ueber die Feuerbestattung. Vortrag, gehalten im naturwissenschaftlichen Verein zu Mühlhausen, 1890.

München. Königl. Academie der Wissenschaften, math.-phys. Classe. — Bericht 1890, 1.—4. Heft.

München. Königl. Bayerische meteorol. Centralstation. — Monatsberichte, 1890. — Beobachtungen über Gewitter in Bayern, Württemberg und Baden.

Münster. Westphäl. Prov.-Verein für Wissenschaft und Kunst. — 17. Jahresbericht, 1888.

New-York. American geographic. Society. — Bullet. 1889, No. 4 und Suplem., Vol. XXI und No. 1—4, Vol. XXII.

Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. — Jahresbericht 1889.

Odessa. Neurussische Naturforschende Gesellschaft. — Berichte, Band X (Mathemathik), Band II (Elektrizität).

Ohio. Meteorological Bureau. — Annual Report, Jan.—Dec. 1890, 7th Annual Report, 1889.

St. Petersburg. Kaiserl. Academie der Wissenschaften. — Repertorium für Meteorologie, Band XII, 1889.

St. Petersburg. Physikalisches Central-Observatorium. — Annalen, 1888/89.

Philadelphia. Academy of Natural sciences. — Proceedings, Part. III, (Oct.—Dec.) 1889.

Prag. Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. — Sitzungsberichte 1887/88, Mathemat. Classe, 1889.

Prag. Königl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. — Sitzungsberichte, 1889/90.

Prag. Naturhistorischer Verein „Lotos." — Jahrbuch für Naturwissenschaft, X. Band, Neue Folge der ganzen Reihe, 38. Band.

Prag. Verein Časopis. — Bericht 1889, 19. Band, 2. bis 6. Heft, 1890, 20. Band, 1. und 2. Heft.

Prag. Kaiserl. Königl. Sternwarte. — Magnetische und meteorolog. Beobachtungen, 50. Jahrgang. — Astronomische Beobachtungen aus der k. k. Sternwarte zu Prag in den Jahren 1885/87, enth. Originalzeichnungen des Mondes.

Prag. Chemische Gesellschaft. — Bericht 1889, XIV. Jahrgang. — Listy Chemicke 1890, XIV. Jahrgang, 6.—10. Heft.

Rio de Janeiro. Observatoir Imperial. — Berichte, Januar bis December 1890. Annuario, 4.—6. Jahrgang, 1888/90. — Annales, Tome IV, 1—2. Revista do Observatorio, Anno VI, 1.

Tiflis. Physikalisches Observatorium. — Meteorologische Beobachtungen, 1887/89.

Tokio (Japan). Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. — Mittheilungen, V. Band, Heft 43—44.

Washington. War Departement. — Summaries of internationale meteorological Observations, Januar—December 1888.

Wien. Kaiserl. Königl. Geologische Reichsanstalt. — Verhandlungen, No. 18, 1889, No. 1—18, 1890.

Wien. Kaiserl. Königl. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. — Jahrbuch, Neue Folge, 24. Band, 1888.

Wien. Kaiserl. Academie der Wissenschaften. — Sitzungsberichte der mathemat.-naturwissenschaftlichen Classe. I. Abtheil., No. 4—10, 1889, und No. 1—3, 1890, II^a und II^b Abth., No. 4—10, 1889, No. 1—3, 1890, III. Abth., No. 5—10, 1889 und No. 1—3, 1890.

Wien. Verein für Verbreitung naturw. Kenntnisse. — Schriften, 29. und 30. Band, 1888/89 und 1889/90.

Wien. Oesterreichischer Touristen-Club. — Mittheilungen der Section für Naturkunde, I. Jahrgang, 1889.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. — Jahrbuch 1890, 43. Jahrgang.

Würzburg. Physik.-medicin. Gesellschaft. — Sitzungsbericht 1889 und 1890.

Würzburg. Polytechnischer Central-Verein für Unterfranken und Aschaffenburg. — Jahresbericht 1890, Wochenschrift 1889 und 1890, 39. und 40. Jahrgang.

Zwickau. Verein für Naturkunde. — Jahresbericht 1889.

b. von Privaten.

Von Herrn Geheimen Rath Prof. von Hofmann, Berlin:
Zur Erinnerung an vorangegangene Freunde. Gesammelte Gedächtnissreden von A. W. v. Hofmann, 1.—3. Band.

Von Herrn Prof. Dr. J. Hann, Wien:
Zur Meteorologie des Sonnenblickgipfels. — Das Luftdruckmaximum vom November 1889 in Mitteleuropa. — Bemerkungen über die Temperatur in den Cyklonen und Anticyklonen.
Von Herrn Prof. Dr. G. Hellmann, Berlin:
Die Anfänge der meteorologischen Beobachtungen und Instrumente.
Von Herrn Geh. Sanitätsrath Dr. Moritz Schmidt, hier:
Davoser Wetterkarten vom Juli 1886 an, nebst Mappe.
Von Herrn Dr. Karl Singer, München:
Temperaturmittel für Süddeutschland. — Bodentemperaturen an der k. Sternwarte bei München.
Von Herrn Dr. Oscar May, hier:
May, Lehrbuch der Elektrodynamik.
— Lehrbuch der Contaktelektrizität.
— Anweisung für den elektrischen Lichtbetrieb.
May und Krebs, Lehrbuch des Elektromagnetismus.

Apparate, Präparate.

1. *Für das physikalische Cabinet, die elektrotechnische Abtheilung und das chemische Laboratorium.*

Von Herrn Carl Kessler aus dem Nachlass des verstorbenen Herrn Senator Kessler: Eine grosse Anzahl werthvoller Apparate und anderer Utensilien, darunter eine elektromagnetische Waage, ein Elektromagnet mit Zubehör, zwei Thermosäulen, ein Peltier'sches Kreuz, eine Tangentenbussole, Inductionsspulen etc.

2. *Für die elektrotechnische Abtheilung.*

Von Herren Mix & Genest in Berlin: Tischtelephonstation, Klingel mit Nebenapparaten, zwei Standkohlenelemente, Tirolerglocke, drei Stöpselkuppelungen.
Von Herren Müller & Einbeck in Hagen: Sechs Accumulatoren.
Von Herrn Adolph Hohnholz in Rheydt: Muster von Leitungsmaterialien.
Von Herren Eggersmann & Lang in Aachen: Ein Sortiment Glühlampen und Fassungen.
Von Herrn Theodor Trier dahier: Magnetsysteme für Darstellung des Kraftlinienverlaufes.
Von Herren Hartmann & Braun in Bockenheim: Verschiedene Verbesserungen und Reparaturen an Instrumenten und Apparaten.

3. *Für das chemische Laboratorium.*

Von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin: Eine Sammlung von Producten der Aluminium-Fabrikation zu Neuhausen am Rheinfall, insbesondere Aluminiumbarren, Aluminiumguss (ein Blumenkorb), Aluminiumbronze, Aluminiumeisen. reine und geschmolzene Thonerde.

Von der Biermann'schen Metallindustrie in Hannover: Eine Sammlung von Metallpräparaten und zwar Legirungen von Eisen mit Wolfram, Chrom, Mangan, Silicium, Titan und Phosphor, Wolframmetall, Chrom, Mangan, Arsen, Beryllnatriumwolframat und Wolframsäure.

Von Herrn Joseph Baer dahier: Eine Sammlung von Elementen und eine Sammlung künstlicher Edelsteine aus der Schuchardt'schen Fabrik in Görlitz.

Anschaffungen.

Bücher, Zeitschriften.

1. Zeitschriften (Fortsetzungen).

1) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Leipzig.
2) Liebig's Annalen der Chemie. Leipzig und Heidelberg.
3) Dingler's Polytechnisches Journal. Stuttgart.
4) Journal für praktische Chemie. Leipzig.
5) Chemisches Centralblatt. Leipzig.
6) Zeitschrift für analytische Chemie. Wiesbaden.
7) Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Giessen.
8) Jahresbericht über die Fortschritte der Physik. Berlin.
9) Astronomisches Jahrbuch. Berlin.
10) Astronomische Nachrichten. Altona.
11) Zeitschrift für Mathematik und Physik. Leipzig.
12) Zeitschrift für Instrumentenkunde. Berlin.
13) Elektrotechnische Zeitschrift. Berlin.
14) Archiv der Pharmacie. Halle a. S.
15) Polytechnisches Notizblatt. Frankfurt a. M.

Neu angeschafft:

Zeitschrift für physikalische Chemie. Band I—VII. Leipzig.
Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht. Jahrgang I—IV. Berlin.

2. Bücher.

Weinstein, Handbuch der physikalischen Maasbestimmungen.
Roscoe, Spectralanalyse. 3. Auflage.
Schultz, die Chemie des Steinkohlentheers. Zwei Bände.
Hildebrandsson, Koeppen und Neumayer, Wolken-Atlas.
W. Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie. Zwei Bände.

Apparate.

1. *Für das physikalische Cabinet.*

1) Ein Satz Quincke'scher Pfeifchen.
2) Eine Zungenpfeife.
3) Verschiedene Beugungsgitter.
4) Eine Sammlung von Spectralpräparaten.

2. *Für die elektrotechnische Abtheilung.*

1) Zwei Leclanché-Elemente.
2) Eine elektrische Schelle.
3) Ein Tangentengalvanometer.
4) Ein Tourenzähler.
5) Ein Rheostat für Maschinenmessungen.
6) Ein Rheostatenrahmen.
7) Eine Decimalwaage mit Gewichten.

3. *Für die meteorologische Station.*

Ein Minimumthermometer von Fuess.

Uebersicht der Einnahmen und Ausgaben.

1889—1890.

	M.	Pf.	M.	Pf.
A. Einnahmen.				
Saldo	6369	48		
Mitglieder-Beiträge	6795	—		
Praktikanten-Beiträge	3212	—		
Aus dem W. Rieger'schen Beitragsfond (4/5 des Zinseneinganges)	339	92		
Subventionen	5500	—		
Wetterprognose	658	—		
Zinsen	1347	60		
Eintrittskarten	358	—		
Miethertrag	31	—		
Geschenke	2413	49		
Vorschuss	4296	42	31320	91
B. Ausgaben.				
Für Gehalte	10910	65		
„ Bestimmung der mittleren Zeit .	300	—		
„ die Bibliothek	632	10		
„ Beleuchtung	1161	71		
„ Heizung	693	95		
„ Allgemeine Unkosten	3026	93		
„ Elektrotechnik, Physik	7395	94		
„ Chemie	2637	30		
„ Pension an Frau Professor Böttger	600	—		
„ Hypotheken-Zinsen	736	62		
„ Dr. Senckenberg'sche Stiftungs-Administr. Kapitalrückvergütung	263	38		
„ Jahresbericht	1362	34		
„ Saldo, resp. v. Reinach'sche Schenkung	1600	—	31320	91

Lehrthätigkeit.

Vorlesungen.

Die regelmässigen Vorlesungen wurden von den Docenten des Vereins, den Herren Professor Dr. G. Krebs und Dr. B. Lepsius, sowie von Herrn Dr. J. Epstein gehalten und von Vereins-Mitgliedern, Abonnenten und Schülern gut besucht.

A. Im Winter-Semester 1889—1890.

Dienstag, Abends von 7—8½ Uhr: Allgemeine Experimental-Chemie. Einleitung in die Chemie. Chemie der Metalloïde. Herr Dr. Lepsius.

Mittwoch, Abends von 6—7 Uhr: Die Lehre vom Schall (zugleich Schülervortrag). Herr Prof. Dr. Krebs.

Freitag, Abends von 7—8 Uhr: Meteorologie. Herr Prof. Dr. Krebs.

Samstag, Abends von 7—8 Uhr: Mittheilungen und Besprechungen über neue Entdeckungen und Erfahrungen im Gebiete der Physik und Chemie.

B. Im Sommer-Semester 1890.

Dienstag, Abends von 7—8½ Uhr: Allgemeine Experimental-Chemie. Chemie der Metalle, mit besonderer Berücksichtigung der Elektro-Chemie. Herr Dr. Lepsius.

Mittwoch, Abends von 6—7 Uhr: Die Lehre vom Licht (zugleich Schülervortrag). Herr Prof. Dr. Krebs.

Samstag, Abends von 7—8 Uhr: Mittheilungen und Besprechungen über neue Entdeckungen und Erfahrungen im Gebiete der Physik und Chemie.

Samstags-Vorlesungen.

I. Von Herrn Professor Dr. Krebs.

1) Ueber die Niederdruckdampfheizung von Bechem & Post in Hagen i. W. Der Heizkessel, welcher sich im Keller des Vereinshauses befindet, besteht aus zwei ineinander gestellten Cylindern, von denen der innere mit Koaks gefüllt wird, während der Zwischenraum zwischen beiden Wasser (bis zu einer gewissen Höhe) enthält. Der innere Cylinder hat unten einen Rost und kann oben mit einem Deckel verschlossen werden. Der Zwischenraum zwischen den zwei Cylindern ist oben ebenfalls verschlossen; doch gehen durch den Verschluss ein Wasserstandglas, eine Alarmpfeife und ein weites Rohr, durch welches der Wasserdampf nach den Heizkörpern in den einzelnen Zimmern geführt wird. Der Dampf hat einen Druck von nur $1^1/_{10}$ Atmosphären. Durch ein Rohr strömt äussere Luft unter den Rost; die Verbrennungsgase umspülen den äusseren Cylinder und entweichen dann in den Schornstein. Durch einen sinnreichen Regulator kann die Menge der zugeführten Luft und somit die Stärke der Heizung verändert werden. Die Heizkörper (Oefen) in den einzelnen Zimmern bestehen aus gerippten Röhren, welche von einem aus schlecht leitendem Material (eine eigene Erfindung der Firma) hergestellten Kasten umgeben ist. Sobald der Dampf durch einen Heizkörper strömt, erhitzt sich die Luft in dem Kasten und sobald oben durch eine Schiebvorrichtung der Kasten geöffnet wird, strömt die heisse Luft aus dem Kasten in das Zimmer. Von unten strömt neue Luft aus dem Zimmer oder durch ein Rohr aus der freien Luft bei u. s. w. Der abgekühlte und zu Wasser verdichtete Dampf fliesst nach dem Heizcylinder zurück. Wird ein Kasten geschlossen, so verdichtet sich der Wasserdampf nicht; es wird weniger Wärme verbraucht und der Regulator verschliesst das Rohr mehr oder minder, durch welches Luft unter den Rost strömt.

Diese Heizung, welche ohne alle Gefahr und auch vor dem Einfrieren geschützt ist, hat noch den Vortheil, dass die Wände der Zimmer nicht Noth leiden, wie bei der Luftheizung; zugleich beträgt der Verbrauch an Kohlen etwa den dritten Theil, während die ursprünglichen Einrichtungskosten etwa um ein Drittel theuerer sind. Pettenkofer empfiehlt diese Einrichtung als die beste Zentralheizung; auch R. Wagner stellt die Niederdruck-Dampfheizung in die erste Linie. Das Vereinshaus des physikalischen Vereins ist mit dieser Heizung versehen und hat sich dieselbe vollkommen bewährt.

2) Ueber die Entstehung der Niederschläge. Der Vortragende zeigte zunächst, dass die früheren Ansichten, als ob die Niederschläge durch Vermischung warmer, dunstreicher Luftschichten mit kälteren entständen, irrig seien, weil auf diese Weise nur höchst unbedeutende Ausscheidungen von Wasserdampf erfolgen könnten. Stärkere Niederschläge bilden sich vielmehr überall da, wo ein lebhaft aufsteigender Luftstrom eintritt, d. h. in einem barometrischen Minimum. Der Vortragende verbreitete sich ausserdem über den Föhn, sowie über die Wettererscheinungen im Maximum des Luftdruckes. An demselben Vereinsabend wurde ein von dem Vortragenden construirtes Vertikalgalvanometer vorgezeigt, an welchem man durch blosse Division mit zwei die Tangenten der Ablenkungswinkel finden kann.

3) Vorlegung eines Edisonmeters, welches geeignet ist, die Menge des verbrauchten Stromes in elektrischen Centralen und bei elektrischer Hausbeleuchtung zu messen. Es besteht im Wesentlichen aus einem im Nebenschluss zum Hauptstrom liegenden Zinkvoltameter; an der Menge des an der Zinkelektrode sich absetzenden Zinks wird die Menge der verbrauchten Elektrizität bemessen.

4) Ueber das Fernleitungssystem von Lahmeyer, mittels dessen es möglich ist, hochgespannten Gleichstrom von weiter Entfernung her nach einer Stadt zu leiten, wobei durch Einschiebung einer sogenannten Fernleitungsdynamo der Strom am Ende der Fernleitungsstrecke ohne Spannungsverlust ankommt. In Untercentralen an und in der Stadt wird durch Gleichstromumformer der hochgespannte Gleichstrom in niedrig gespannten verwandelt. Mit diesen Umformern ist wiederum eine auf derselben Achse sitzende Fernleitungsdynamo verbunden, welche die Spannung auch auf den kleineren Fernleitungsstrecken innerhalb der Stadt constant erhält. Dieses Fernleitungssystem dürfte für die Versorgung der Städte mit elektrischer Energie hervorragende Bedeutung erlangen.

5) Ueber die Erfindung der wichtigsten meteorologischen Instrumente mit Zugrundlegung einer Abhandlung von Hellmann über diesen Gegenstand. Eine Windfahne finden wir zuerst auf dem von Andronicus 100 v. Chr. in Athen erbauten Thurm der Winde. Die heutige Bezeichnung der Winde rührt von

Karl d. G. her. Schon Ter. Varro richtete die Windfahne so ein, dass man auch im Innern des Hauses die Windrichtung ablesen konnte. Hooke erfindet 1667 das Pendel-Anemometer zur Messung der Windstärke. Das erste Hygrometer rührt von Nic. de Cusa her; er benutzte Wolle als hygrometrische Substanz (1450); später benutzte man die Grannen des wilden Hafers, Boyle das Moschusgras; auch Darmsaiten und weiterhin Menschenhaare wurden angewendet. Leopold II. von Toscana erfindet einen Regenmesser, welcher auf der Condensation des Wasserdampfes der Luft an einem innen mit Eis gefüllten Gefässe beruht, Castelli (1603) unsere heutigen Regenmesser. Das erste Thermometer oder besser Thermoskop rührt von Galilei her; ein richtiges Weingeistthermometer aber construirte Ferdinand II. von Toscana, der auch umfangreiche meteorologische Beobachtungen anstellen liess. Das Barometer rührt bekanntlich von Toricelli her.

6) Ueber die physische Beschaffenheit der Sonne, namentlich über die bei Sonnenfinsternissen gemachten Beobachtungen und hergestellten Photographien.

7) Ueber die verschiedenen Arten der Gleichstrommotoren und deren Verwendung in der Praxis.

8) Demonstration eines thermoelektrischen Apparates, mittels dessen man zeigen kann, dass je nach der Richtung, in welcher man einen Strom durch zwei aneinander gelöthete Metalle leitet, Wärme oder Kälte entsteht. Dieser Apparat zeichnet sich dadurch vor früheren aus, dass das Steigen und Fallen des Thermometers gleich stark erfolgt, einerlei in welcher Richtung der Strom läuft. Die Spannung beträgt 1,3—1,4 Volt und der innere Widerstand bei den grossen Elementen, mit einer doppelten Kohlenplatte und drei Zinkplatten, 0,07 Ohm, bei den kleinsten, mit einer doppelten Kohlenplatte und einer Zinkplatte 0,17 Ohm. Ein grosses Element genügt, um einen elektrischen Gaszünder zu bedienen.

9) Ueber eine nur unter besonderen Verhältnissen wahrgenommene Einwirkung des Mondes (und der Sonne) auf den Barometerstand. Nach der Rechnung kann die atmosphärische Fluthwelle das Barometer nur um höchstens 1 Zehntausentel mm. steigen machen. Dagegen hat man aus Beobachtungen auf Inselstationen gefunden, dass die atmosphärische Fluthwelle den Luftdruck um 1 Zehntel mm. erhöhen kann. Börnstein erklärt dies daraus, dass die Meeresfluth die Luft zusammenpresse und dadurch eine Erhöhung des Luftdrucks bewirke. Ingenieur Olshausen erkannte eine gleichstarke Erhöhung des Luftdrucks aus den Beobachtungen auf dem Säntis, was auf einer Stauung der Luft am Gebirge beruhen soll.

10) Vorlage der neuen Zink-Kohle-Salmiak-Elemente der Herren Schäfer & Montanus dahier. Dieselben haben keine Thonzellen und erweisen sich als sehr wirksam.

11) Ueber die Luftdruckanlage in Paris, an Hand der Mittheilungen von Professor Riedler in Berlin und Professor Radinger in Wien. Der Vortragende beschrieb die Centralanlage und die Leitungen, sowie die vielfältigen Verwendungen, welche die Druckluft für Gross- und Kleinbetrieb, sowie für elektrische Beleuchtung gefunden. Zugleich wurde auf die verschiedenen Beurtheilungen, welche das Druckluftsystem erfahren, hingewiesen.

12) Erläuterung von Glasgittern, welche von Herrn Mechanikus Hilger dahier angefertigt werden.

13) Ueber das Funkeln der Sterne mit besonderer Berücksichtigung der Untersuchungen Montigny's. Der Vortragende beschrieb dessen Scintillometer und berichtete über die Ergebnisse in Betreff der Intensität des Funkelns in den verschiedenen Monaten. Namentlich wurde der Wichtigkeit solcher Beobachtungen im Dienste der Meteorologie gedacht, weil das Funkeln beim Herannahen eines barometrischen Minimums sich besonders intensiv zeigt.

14) Ueber den Einfluss der Witterung auf die Athmungsorgane nach einer Abhandlung des Geh. Medizinalraths Dr. Schultz in Berlin, welcher vorzugsweise das Klima Italiens in Betracht zieht. Der genannte Forscher, welcher durch vielfältige Untersuchungen und Beobachtungen auf meteorologisch-medizinischem Gebiete hervorragt, kommt zu dem Schluss, dass das Klima an der Riviera keineswegs so vortheilhaft für die Athmungsorgane sei, wie man gewöhnlich annimmt und dass noch mehr südlich gelegene Orte am Meere, theils wegen der grösseren absoluten Feuchtigkeit und des Salzgehaltes der Luft, theils wegen des nicht so schroffen Temperaturwechsels vorzuziehen seien. Namentlich weist er auch darauf hin, dass der Winter in den südlichen Klimaten, weil er unserem den Athmungsorganen verderblichen Frühjahr gleiche, keineswegs so gute Ergebnisse erhoffen lasse; jedenfalls sei es rathsam, auch während des Frühlings in den südlichen Ländern zu verweilen.

15) Ueber das neue Photometerprisma (Doppelprisma) von Lummer & Brodhun, welches die deutsche physikalisch-technische Reichsanstalt hergeliehen. Zwei Prismen, von denen die Hypothenusenfläche des einen bis auf ein ebenes Stück in der Mitte sphärisch geschliffen ist, sind fest mit den Hypothenusenflächen aneinandergepresst. Werden zwei Kathetenflächen gleich stark beleuchtet, so bemerkt man, senkrecht gegen die andere Kathetenfläche des einen Prismas blickend, einen gleichmässig hellen Fleck. Bei ungleicher Beleuchtung wird entweder die Mitte oder der Rand dunkel. Dieses Photometer ist sehr empfindlich.

16) Ueber elektrische Uhren. Der Vortragende zeigte zuerst eine ältere Uhr vor und darauf eine neue, von Herrn Kirpal in Wiesbaden erfundene und diesem patentirte. Letztere zeichnet sich durch besondere Einfachheit der Construction aus und kann auch

dazu benutzt werden, um eine Anzahl elektrischer Nebenuhren sehr einfacher Art zu treiben. Diese Uhr scheint besonderer Beachtung werth zu sein.

17) Ueber Wechselstrommotoren, synchrone und asynchrone, unter Darlegung, dass die bis in die letzte Zeit hinein erfundenen den an einen brauchbaren Motor zu stellenden Ansprüchen nicht genügen.

18) Ueber die innere Beschaffenheit des Erdballs. Erörtert wurde das Für und Wider in Betreff der verschiedenen Hypothesen, von denen die älteste und bekannteste das Erdinnere als feuerflüssig ansieht, während eine andere den Erdball als durchweg starr und kalt annimmt; eine dritte hält den Kern und die Rinde für starr, beide durch eine feuerflüssige Schicht getrennt. Eine neuere Hypothese (Ritter-Zöppritz) statuirt, dass der Kern im überkritischen Zustande sich befinde und zwar bei einer Temperatur von etwa 20000°C. und einen Druck von 3 Millionen Atmosphären; nach der Rinde hin werde die Masse flüssig.

19) Ueber die Forschungen Schiaparellis über die Rotationsdauer von Merkur und Venus. Dieselbe ist gleich der Umlaufszeit dieser Planeten, so dass sie der Sonne, abgesehen von den Librationen, stets nur die eine Hälfte zuwenden, ebenso wie dies der Mond unserer Erde gegenüber thut.

II. Von Herrn Dr. B. Lepsius.

1) Ueber eine neue Theorie der Lösungen und das Raoult'sche Gesetz der Gefrierpunkts-Erniedrigung. Die allerneuesten Untersuchungen auf dem Gebiete der physikalischen Chemie haben zu so merkwürdigen Thatsachen geführt, dass dadurch unsere bisherigen Anschauungen, namentlich über die Beschaffenheit der Salze, Säuren und Basen in (verdünnter) wässeriger Lösung ganz wesentlich verändert, ja geradezu auf den Kopf gestellt werden. Es ist schon lange bekannt, dass eine Lösung eines festen Körpers in Wasser einen niedrigeren Gefrierpunkt besitzt, als das Wasser. Bei verschiedenen gelösten Stoffen ist die Erniedrigung verschieden, wenn gleiche Mengen derselben in Lösung sind; multiplizirt man aber die Erniedrigung mit dem Molekulargewicht des gelösten Körpers, so ist die Erniedrigung immer eine und dieselbe oder mit anderen Worten: gleiche Anzahlen von Molekülen zweier Körper, in gleichen Mengen Wasser gelöst, erniedrigen den Gefrierpunkt um gleich viel. Dies ist nicht nur beim Wasser der Fall, sondern, wie Raoult gezeigt hat, bei allen Lösungsmitteln, so dass man sagen kann, ein Molekül irgend eines Körpers, gelöst in 100 Molekülen irgend eines Lösungsmittels, erniedrigt den Gefrierpunkt immer um dieselbe Grösse (im allgemeinen um 0,62°C.). Diese Erniedrigung hängt also nur von der Anzahl

der aufgelösten Moleküle ab, und man kann somit aus der Erniedrigung direkt auf die relative Anzahl und mithin auch auf die relative Grösse der Moleküle des untersuchten Körpers schliessen. — Bisher musste man die Körper im gasförmigen Zustande untersuchen (wo in gleichen Räumen gleich viel Moleküle vorhanden sind), um die Molekulargrösse festzustellen. Die meisten lassen sich aber gar nicht (wie z. B. Zucker) oder nur sehr schwer (z. B. Kochsalz) vergasen. Bei diesen liess sich also diese Methode nicht in Anwendung bringen. Die Raoult'sche Methode, welche der Vortragende auch experimentell demonstrirte, gestattet nun die leichteste und weiteste Anwendung für alle Stoffe, die Molekulargrösse zu messen, welche sich in irgend einem Lösungsmittel auflösen lassen. In den meisten Fällen hat sich unsere bisherige Annahme der Molekulargrösse der verschiedenen Verbindungen bestätigt. Um so interessanter sind die Fälle, wo sie sich nicht bestätigt. So muss z. B. das Molekül der Ameisen- und Essig-Säure (in Benzollösung) verdoppelt werden, weil die Erniedrigung durch ein einfaches Molekül nur halb so gross ist (ca. 0,31°), wie bei allen anderen Stoffen. Dies ist nicht so auffallend, da man weiss, dass diese Säuren auch nahe über ihren Siedepunkt ein Doppelmolekül bilden. Höchst merkwürdig aber ist, dass die gelösten Salze, Säuren und Basen, obwohl sie in allen anderen Lösungsmitteln die normale Erniedrigung zeigen, in Wasser ganz abnorme Zahlen geben. Beim Chlorkalium, bei der Salzsäure etc. zeigt z. B. die Erniedrigung durch ein Molekül die doppelte Grösse der normalen, bei anderen die dreifache (Kaliumsulfat, Schwefelsäure, Baryumhydroxyd), bei wieder anderen Stoffen die vier- und fünffache. Hieraus geht mit Nothwendigkeit hervor, dass die Moleküle dieser Stoffe in wässeriger Lösung kleiner sind, als man bisher angenommen hat; dies ist nur möglich, wenn man beim Chlorkalium annimmt, dass dasselbe nicht als solches im Wasser gelöst ist, sondern dass jedes Molekül Chlorkalium zerfallen ist in ein Kaliumatom und ein Chloratom, wodurch die doppelte Erniedrigung resultiren muss, oder dass die Schwefelsäure in zwei Wasserstoffatome und das Säureradikal SO^4 zerfallen ist; daher die dreifache Erniedrigung u. s. w. So seltsam diese Theorie erscheint, — denn bisher musste man annehmen, dass Kalium und Chlor gerade ganz fest verbunden seien, während sie nun sich als gar nicht gebunden erweisen — so zeigte doch der Vortragende, dass zahlreiche Gründe und auch Erfahrungen dafür sprechen. Dies geht namentlich auch aus dem sogenannten osmotischen Druck der Lösungen und ihrer elektrischen Leitungsfähigkeiten hervor.

2) Ueber den osmotischen Druck. Es giebt Stoffe, wie z. B. die Zellwand der Pflanzen oder eine mit einem dichten Niederschlag imprägnirte Thonwand, durch welche Flüssigkeiten hindurch gelassen werden, aber nicht die darin aufgelösten Substanzen. Solche Wände nennt man „halbdurchlässige.“ Bringt man z. B. in ein so präparirtes

Thongefäss eine Zuckerlösung, so kann das Wasser derselben durch die Wand hindurch diffundiren, aber nicht der darin gelöste Zucker. Verschliesst man ein solches mit einprocentiger Zuckerlösung gefülltes Gefäss und stellt es in Wasser, so sucht sich der Zucker in der grösseren Wassermenge aufzulösen, da aber der Zucker nicht hinaus kann, so tritt Wasser von aussen ein. Hierdurch wird im Gefäss ein Druck entstehen, der „osmotische Druck", den man durch ein Manometer messen kann. In dem vorliegenden Falle tritt so viel Wasser ein, dass ein Druck von circa $^3/_4$ Atmosphären entsteht. Bei einer 1%igen Salpetersäure entsteht ein Druck von über 3 Atmosphären. Untersucht man nun Lösungen, in welchen ein und derselbe osmotische Druck erreicht worden ist, so findet man die interessante Thatsache, dass im Allgemeinen die Gewichtsmengen der in gleichen Räumen der Lösung aufgelösten Stoffe, sich wie ihre Molekulargewichte verhalten, d. h. dass in solchen Lösungen, welche man „isotonische" nennt, in gleichen Räumen gleich viel Moleküle vorhanden sind. Der Vortragende wies nach, dass hier ganz dieselben Verhältnisse vorliegen, wie bei dem Gaszustande, wo auch in gleichen Räumen aller Gase gleich viel Moleküle vorhanden sind, wenn der Druck und die Temperatur gleich ist. Auch bei den Lösungen verändert sich der osmotische Druck genau so mit der Temperatur, wie bei den Gasen der Gasdruck, so dass man sagen kann in einem Liter einer Zuckerlösung sind bei einem bestimmten osmotischen Druck und einer bestimmten Temperatur genau so viel Moleküle vorhanden, wie in einem Liter irgend eines Gases bei demselben Gasdruck und derselben Temperatur. Man kann daher den osmotischen Druck ebenso wie den Gasdruck benutzen, um die Molekulargrösse festzustellen, was für solche Körper besonders wichtig ist, welche sich wohl auflösen aber nicht vergasen lassen.

3) Ueber die neue elektrochemische Theorie der Lösungen. Im Anschluss an die vorigen Vorträge über die Gefrierpunktserniedrigung und den osmotischen Druck, wonach die Lösungen grosse Uebereinstimmung mit den Gasen zu erkennen gegeben hatten, ging der Vortragende näher auf die früher erwähnten Ausnahmen ein, nämlich auf die wässrigen Lösungen von Säuren, Salzen und Basen. Das abweichende Verhalten dieser Lösungen zwingt dazu anzunehmen, dass darin die gelösten Körper gänzlich oder theilweise in kleinere Molekeln zerfallen oder dissociirt sind; z. B. das Kaliumchlorid in Kalium und Chlor, die Schwefelsäure in Wasserstoff und das Säureradikal u. s. w. Diese scheinbar sonderbare Auffassung wird um so gewisser, als sie sich mit dem elektrolytischem Verhalten dieser Lösungen in vollem Einklang befindet und auch sonst im Stande ist, zahlreiche bis dahin völlig unzusammenhängende Erfahrungsthatsachen einheitlich zu erklären.

4) Ueber neuere photographische und phototypische

Methoden. Nach dem der Vortragende die Entwickelung der Photographie, welche im vergangenen Jahre ihr 50jähriges Jubiläum gefeiert, aus der Daguerrotypie und der Talbotypie kurz besprochen, wies er auf die enormen Fortschritte hin, welche in den letzten Jahren gemacht worden sind. Recht deutlich sah man den Unterschied bei der Vergleichung einer modernen Reisecamera, welche ihm die Firma Haake & Albers zur Verfügung gestellt hatte, mit einer Daguerre'schen aus dem Jahre 1841, welche der Vater des Vortragenden damals in Aegypten benutzt hatte. Mit Hilfe der ersteren wurden im Hörsaal Momentaufnahmen durch Magnesium-Blitzlicht und Zeitaufnahmen durch elektrisches Licht ausgeführt, welche sogleich entwickelt wurden. Als dann ging der Vortragende auf die modernen phototypischen Verfahren ein und erläuterte an der Hand von Drucken und Druckplatten der Firma Kühl & Co. den sogenannten Lichtdruck, die Photozinkographie, die Heliographie und Heliogravure; die neueste Anwendung des Lichtdrucks zu farbigen Bildern, zeigte der Vortragende an sehr schönen Drucken von Sieger in Wien.

5) Ueber einen neuen Apparat zur Demonstration des Gay-Lussac'schen Gesetzes. Der Vortragende beschrieb einen von ihm construirten Vorlesungsapparat, welcher eine quantitative Bestimmung der Ausdehnung der Gase durch die Temperatur gestattet. Ein über Quecksilber abgeschlossenes Luftvolum von 273 ccm. dehnt sich hierbei selbstthätig bei der Erwärmung von 0^{0} auf 100^{0} auf 373 ccm. aus.

6) Ueber die Theorie der Elektrolyse. Der Vortragende erläuterte das Faraday'sche Gesetz durch einige Experimente und ging dann auf die früheren Anschauungen über die elektrische Zersetzung der Elektrolyte, insbesondere auf die dualistische Theorie und die elektrochemische Anschauung von Berzelius ein. Die neue Auffassung von der Dissociation der Elektrolyte in der wässrigen Lösung giebt nun zum ersten Mal eine einfache mechanische Erklärung der früher so räthselhaften Erscheinung; indem die bereits von einander getrennten Jonen, welche mit entgegengesetzten Elektricitäten beladen sind, nicht mehr durch den Strom zerlegt zu werden brauchen, folgen sie vielmehr nur der Anziehung der entgegengesetzt geladenen Elektroden, geben dort ihre Elektricitäten ab und erzeugen erst den Strom, welcher früher als die Ursache ihrer Zersetzung angesehen wurde. Dass in der That die Jonen in der Lösung ein völlig von einander unabhängiges Dasein führen, erläuterte der Vortragende durch die verschiedene Wanderungsgeschwindigkeiten derselben in der Lösung. So ist die Geschwindigkeit des Wasserstoffs bei Zersetzung der Salzsäure fünf mal so gross wie die des Chlors. Zum Schluss wurde noch durch ein hübsches Experiment aus einer Lösung eines Ammonsalzes das Jon NH^4 mittels Quecksilbers abgeschieden, welches mit demselben das sogenannte Ammoniumamalgam bildet. Das Quecksilber vergrössert dabei scheinbar sein Volumen um mehr als das Hundertfache.

7) Ueber die Einwirkung des elektrischen Lichtbogens auf die Gase. Der Vortragende zeigte die zu diesem Zwecke von ihm construirten Apparate und benutzte sie zu Vorlesungsversuchen. Sperrt man 100 ccm. Kohlensäure über Quecksilber ab und lässt den Lichtbogen eine halbe Minute hindurch schlagen, so verwandelt sie sich in ihr doppeltes Volumen Kohlenoxyd, dessen Anwesenheit durch seine blaue Flamme constatirt wurde. Umgekehrt wurde Kohlenoxyd aus 100 ccm. Sauerstoff dargestellt, wobei ebenfalls 200 ccm. gebildet wurden. Um die Bildung von sogenanntem „Wassergas" zu zeigen leitete der Vortragende Wasserdampf in starkem Strom durch den Lichtbogen, wobei ein Gemisch von Wasserstoff und Kohlenoxyd erhalten wurde, dessen Heizeffect im Daniell'schen Hahn gezeigt wurde. Mit Sauerstoff verbrannt erhielt man eine Flamme in der mit Leichtigkeit Platin geschmolzen wurde und welche ein intensives Kalklicht erzeugte. Auf diese Weise wurde die elektrische Energie in strahlende Energie und in Wärme, die Wärme in chemische Energie, die chemische Spannung wiederum in Wärme und die Wärme in strahlende Energie nämlich in Licht verwandelt. Die angewandte elektrische Energie stammte ihrerseits wieder aus chemischer, die im Gasmotor in mechanische Arbeit verwandelt und in der Dynamomaschine aus dieser entstanden war eine interessante Illustration zur Verwandlung der Kräfte in einander und zur Formveränderung der Energie.

8) Ueber einige neue elektrochemische Vorlesungsversuche. Im Anschluss an den vorigen Vortrag wurde gezeigt, wie zweckmässig in der chemischen Vorlesung der elektrische Kohlenlichtbogen zu volumetrischen und gasanalytischen Versuchen benutzt werden kann. Zur synthetischen und analytischen Untersuchung des Schwefeldioxyds benutzte er einen schon früher beschriebenen Apparat, in welchem über Quecksilber 100 ccm. Sauerstoff abgesperrt waren. Ein Stück Schwefel wurde darin mit Hilfe des zwischen zwei Kohlenspitzen erzeugten Lichtbogens entzündet und verbrannte mit blauem Licht zum Dioxyd. Die Raummessung zeigte, dass das Volumen constant geblieben war, dass also aus einer Molekel Sauerstoff eine Molekel Schwefeldioxyd gebildet wurde. Nunmehr wurde das entstandene Gas durch den Lichtbogen zerlegt. Bei hellbläulich strahlendem Lichtbogen schieden sich reichliche Wolken von Schwefel in dem Gase aus, welche die Wandungen des Apparates mit einem durchsichtigen Schleier überzogen. Das Volumen vergrösserte sich zusehends, indem der weissglühende Kohlenstoff in dem Gase zu Kohlenoxyd verbrannte. Die Messung ergab eine Raummenge von 200 ccm., woraus hervorging, dass jede Molekel Schwefeldioxyd, zwei Molekeln Kohlenoxyd gebildet hatte, also zwei Atome Sauerstoff enthalten haben musste. In einem anderen von dem Vortragenden construirten Apparate, wurde Wasserstoff mit Hilfe des Kohlenlichtbogens in Acetylen verwandelt und gezeigt, dass dieses den Raum des benutzten Wasserstoffs einnimmt.

9) Ueber einige interessante Sammlungen aus der Fabrik von Schuchardt in Görlitz. Der Vortragende bespricht eine Sammlung sämmtlicher Elemente, eine andere, in welcher die grössesten Diamanten in Glasimitation prachtvoll geschliffen dargestellt sind, eine dritte, welche die wichtigsten Edelsteine in gefärbten Gläsern enthält, welche so geschliffen sind, wie die Edelsteine in der Natur krystallisirt vorkommen und endlich einige Proben von schon krystallisirtem Kalium und Natrium, sowie der eigenthümlichen bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Legierung dieser beiden Metalle.

10) Ueber die heutige Schmirgel-Industrie. Der Vortragende zeigt eine umfangreiche Sammlung von Rohmaterial aus Naxos, von Zwischenprodukten und von Schleifrädern und anderen Utensilien, welche von der hiesigen Naxos-Schmirgel-Gesellschaft aus Schmirgel und Korund gefertigt werden und beschreibt die Fabrikation dieser Gegenstände.

11) Ueber die Darstellung des Aluminiums mit Hilfe der Elektricität. Als Davy 1805 das Kalium und Natrium aus den Oxyden durch den elektrischen Strom befreit hatte, versuchte man alsbald auch das Metall der Alaunerde auf gleiche Weise abzuscheiden, allein nach vergeblichen Versuchen von Oerstedt gelang es erst 1827 Wöhler das Aluminium auf chemischem Wege zu gewinnen. Das neue Metall zeichnete sich durch seine Leichtigkeit aus, seiner Anwendung in der Technik stand indessen der hohe Preis im Wege, welcher trotz der durch Napoléon unterstützten Versuche von Deville 1845 noch 1000 Frcs. pro Kilo betrug, und im Jahre 1885 allmählich auf 100 Frcs. gesunken war. Durch die grossartige Entwickelung der Aluminiumindustrie in den letzten Jahren ist der Preis noch etwa auf den vierten Theil gefallen, so dass nunmehr die hervorragenden Eigenschaften desselben auch für die Technick benutzbar werden. Der Vortragende schilderte eingehend die neue Fabrikation in Neuhausen, wo durch die Wasserkraft des Rheinfalls mit Turbinen von 300 Pferdestärken Riesendynamos von 6000 Ampères in Bewegung gesetzt werden, deren elektrische Kraft das Aluminium continuirlich aus der Thonerde abscheidet. Interessante Proben von Aluminium und dessen technisch werthvollen Legirungen, welche die „Allgemeine Elektricitätsgesellschaft" gesandt hatte, sowie Abbildungen und graphische Darstellungen illustrirten den Vortrag.

12) Ueber Untersuchungen betreffend die Einwirkung des elektrischen Lichtbogens auf Gase. Der Vortragende benutzte die bereits früher beschriebenen Apparate zu zwei Vorlesungsexperimenten. Die Luft besteht bekanntlich aus 4 Raumtheilen Stickstoff und 1 Raumtheil Sauerstoff. Dieses Verhältniss kann man deutlich zur Anschauung bringen, wenn man in einem abgeschlossenen Luftvolumen den Kohlenlichtbogen entzündet. Während nämlich der Stickstoff sein Volumen behält, wächst dasjenige des Sauerstoffs auf

das Doppelte, weil jede Sauerstoffmolekel zwei Molekeln Kohlenoxyd bildet. Hat man also 5 Raumtheile Luft angewandt, so wird davon $^1/_5$ verdoppelt, das Luftquantum muss also um $^1/_5$ grösser werden, die 5 Raumtheile müssen nach der Verbrennung 6 Raumtheile werden, was durch den Versuch bestätigt wurde. Hierauf wurde die Zersetzung des Cyangases unter ähnlichen Umständen gezeigt. Das Gas wurde aus Cyanquecksilber dargestellt mit fester Kohlensäure in den flüssigen und festen Zustand übergeführt und schliesslich als Gas durch den Lichtbogen unter reichlicher Kohlenstoffabscheidung zersetzt. Ferner zeigte der Vortragende noch einige neue Glasapparate mit schön geschliffenen Glashahnen von Geissler in Bonn vor.

13) Ueber einige chemische Neuheiten. Auf der diesjährigen Naturforscherversammlung wurde von Professor Curtius in Kiel eine höchst interessante neue Säure gezeigt, welche aus Stickstoff und Wasserstoff besteht, Elemente, welche sich bisher nur zu stark basischen Verbindungen vereinigt hatten. Die Stickstoffwasserstoffsäure hat viele Eigenschaften mit der Salzsäure gemein, bildet ganz ähnliche Salze wie diese, ist ein farbloses Gas von heftiger Einwirkung auf den Organismus und in Wasser so leicht löslich, wie Salzsäuregas. Wesentlich unterscheidet es sich von ihr dadurch, dass es ausserordentlich explosiv ist, sodass die Herstellung von concentrirten Lösungen mit Gefahr verbunden ist. Eine andere interessante Verbindung wurde von Mond, Quincke und Langer erhalten, als sie Kohlenoxyd über molekulares Nickel leiteten. Es bildet sich eine äusserst leicht flüchtige Flüssigkeit von der Zusammensetzung $Ni(CO)^4$, welche bereits bei 43° siedet. Analoge Verbindungen sind bei anderen Metallen niemals beobachtet worden. Der Vortragende sprach noch über die neue Indigodarstellung von Heumann, wobei er eine von der gewöhnlichen Auffassung abweichende Indigoformel als die vielen Thatsachen besser entsprechende aufstellte, und zeigte endlich eine Bombe mit gepresstem Sauerstoff vor, wie dieser jetzt von Berlin aus unter einem Druck von 100 Atmosphären versandt wird.

14) Ueber die chemischen Einheiten, als Gewichtsbasis empfiehlt der Vortragende für gewöhnlich die Grösse $H=1$, dagegen für sehr genaue Messungen die Grösse $O=16$, ferner als Basis für Volumgrössen bei Gasen die Grösse $H^2=2$ und als Volumeinheit das Normalvolum von 2 Gramm Wasserstoff. Er macht endlich auf den Vorschlag von Ostwald aufmerksam, an Stelle des Normalbarometerdruckes, welcher mit dem Ort veränderlich ist, den Druck von 1 Million absoluten Einheiten einzuführen.

15) Ueber die Anlauffarben auf Metallen. Durch die Güte des Direktors der physikalisch-technischen Reichsanstalt, Herrn Regierungsraths Löwenherz in Berlin war der Vortragende in der Lage, eine der genannten Anstalt gehörige Sammlung zahlreicher angelassener Metalle vorzeigen zu können. Ausgedehnte Untersuchungen auf

diesem Gebiete haben ergeben, dass die bisherigen Anschauungen über die Herstellung bestimmter Anlauffarben, sowie über die bei bestimmter Farbe zurückbleibende Härte zum Theil unrichtig sind. Der Vortragende beschreibt die zweckmässige Ausführung des Anlassens, und erklärt diese Erscheinung, welche bekanntlich in der Interferenz der Lichtstrahlen ihre Ursachen hat, die von der Ober- und Unterfläche der beim Anlaufen gebildeten dünnen und durchsichtigen Oxydschicht reflectirt werden. Die Untersuchungen sind auf die Färbung von Kupfer, Messing, Nickel, Nickelin, Argentan, Auran, Bronze, Aluminiumbronze, Kanonenmetall, Tombak, von deutschem Gussstahl, englischem Stahl und manganhaltigem Wolframstahl ausgedehnt worden. Die Farbe hängt wesentlich von der Temperatur, der Zeit und der Masse des Metalles ab. Von ganz besonderem Interesse ist die Anwendung dieser Farben für das Kunstgewerbe. Es wurden zahlreiche Kunstgegenstände gezeigt, welche durch Anlauffarben, in überraschend schöner Weise decorirt worden. Die Farben wurden bei Beleuchtung mit elektrischem Bogenlicht gezeigt. Noch schöner sind sie bei Tageslicht.

III. Von Herrn Dr. J. Epstein.

1) Der Gleichstrom. Die Frage, ob es für eine Stadt vortheilhafter sei, eine Centrale für Gleichstrom oder Wechselstrom einzurichten, ist technischer, ja zum Theil volkswirthschaftlicher Natur. Physikalischer Art sind hierbei die Unterlagen, insofern sie die Eigenschaften der beiden Stromgattungen betreffen. Befinden sich zwei Punkte eines Leiters in verschiedenem elektrischen Zustande (auf verschiedenem Potential), so tritt ein Ausgleich ein, es entsteht ein elektrischer Strom. Gewisse Wirkungen desselben (z. B. chemische, magnetische) treten in einseitiger Weise auf, und dies führt zur Einführung des Begriffes einer Richtung des Stromes. Ein „Gleichstrom" behält seine Richtung dauernd bei, ein „Wechselstrom" ändert dieselbe periodisch, indem seine Stärke stetigen Schwankungen unterliegt und hierbei durch den Werth Null hindurchgeht. Die Stromstärke wird durch die Grösse der ausgeübten Wirkungen gemessen und nach „Ampère" gezählt. Nur einen Gleichstrom kann man zur Vornahme eines chemischen Prozesses in bestimmter Richtung, insbesondere zum Laden von Akkumulatoren benutzen. Die Gesetze des Gleichstromes sind die einfacheren, weil sie einen bereits stationären Zustand betreffen. Man misst die elektrische Differenz zweier Punkte, die „Spannung" zwischen denselben nach „Volt". Je grösser die Spannung zwischen zwei Punkten, um so stärker ist der Strom, den der Ausgleich derselben durch einen gegebenen Leiter bewirkt. Dieser Ausgleich findet über den ganzen Leiter hin statt. Der Spannungsabfall längs gleicher Längen verschiedener Drähte, die vom selben Strome durchflossen werden, wird verschieden befunden. Es lassen sich aber

zwei Stücke so bestimmen, dass dieser Spannungsabfall in ihnen gleich wird, und zwar gilt dann diese Beziehung unabhängig von dem Werthe der gemeinsamen Stromstärke. Die Eigenschaft nun, in der die betreffenden, sonst verschiedenen Leiter dann übereinstimmen, nennt man deren „Widerstand". Verlangt ein Leiter zur Unterhaltung einer bestimmten Stromstärke die doppelte Spannung zwischen seinen Enden als ein anderer, so besizt er den doppelten Widerstand. Der Widerstand eines Leiters wächst mit der Länge desselben und nimmt ab mit dem Querschnitt. Man bemisst denselben nach „Ohm". Die Beziehung zwischen Spannung zwischen zwei Punkten eines sonst unbeeinflussten Leiters, dessen Widerstand und der resultirenden Stromstärke ist durch das „Ohm"sche Gesetz gegeben. Die Zahl der Volt (Spannung) dividirt durch die Zahl der Ohm (Widerstand) ist gleich derjenigen der Ampère (Stromstärke). Wo ein Strom einen Draht durchfliesst, beansprucht er für dessen Unterhalt eine Abgabe an Spannung gemäss diesem Gesetze. Ein Versuch zeigt, dass der Strom für Beleuchtung des Hörsaals auf dem Wege an Spannung verliert, und zwar beträgt dies etwa drei Volt. Wollte man dieselben Verhältnisse auf eine Centralanlage übertragen, so würde sich auf den Kilometer Entfernung ein Spannungsabfall von etwa 60 Volt ergeben, der durch Mehrleistung über die Consumspannung gedeckt werden müsste. Dies bedeutet nicht nur einen Energieverlust, sondern vor Allem erschwert es die Aufgabe, an allen Stellen trotz wechselnder Belastung des Kabels die normale Spannung aufrecht zu erhalten. Die Grösse der Ueberspannung, welche erforderlich ist, um den Strom allein durch das Kabel zu treiben, bildet die Schwierigkeit für die Vertheilung der Elektrizität über grosse Flächen von einer Stelle aus. Um dieselbe herabzudrücken, muss man den Kupferquerschnitt reichlicher bemessen, was natürlich auch nur bis zu gewissen Grenzen angängig ist. Eine Quelle constanter Spannung, eine Bunsenbatterie, schickt durch Leitungen Strom nach einer Verbrauchsstelle, veranschaulicht durch ein Glühlämpchen, welches hell erglüht. Ein zweites Glühlämpchen wird zugeschaltet; es erfolgt Steigerung der Stromstärke, Zunahme des Spannungsverlustes in der Leitung, Sinken der an der Gebrauchsstelle verfügbaren Spannung: die Lampen glühen nur roth. Die gleichen Verhältnisse ergeben sich an einem zweiten System. Durch Vereinigung der beiden zu einem Dreileitersystem fällt ein Theil des Spannungsverlustes fort und alle vier Lampen glühen hell. Ueber das Dreileitersystem hinaus ist man zum Fünfleitersystem gelangt. Der Vortheil ist begründet darin, dass die Consumstellen, theilweise hintereinander geschaltet, eine höhere Spannung absorbiren, und man, da der Effect dem Product aus Spannung in Stromstärke entspricht, nur eine geringere Stromstärke durch die Kabel zu unterhalten hat.

2) Der Wechselstrom. Ist der elektrische Zustand (das Potential) zweier Punkte eines Leiters einem steten Wechsel unter-

worfen und zwar so, dass abwechselnd der eine oder der andere den positiven Pol bildet, so findet durch den Leiter hindurch ein Ausgleich in Gestalt eines Wechselstromes statt. Ein solcher ist nicht, wie ein Gleichstrom, durch seine Stärke bereits hinreichend charakterisirt; es bedarf hierzu vielmehr noch Angabe der Wechselzahl für die Zeiteinheit und schliesslich noch der Art und Weise, in welcher sich der Wechsel vollzieht, analog, wie ein Klang ja auch erst durch Stärke, Schwingungszahl und Schwingungsform eindeutig bestimmt ist. Mit Hilfe eines Telephons wurden die Schwingungen eines Wechselstromes wahrnehmbar gemacht und konnte aus der Höhe oder Tiefe des Tones auf die verschiedene Wechselzahl (Zahl der Umkehr der Stromrichtung) geschlossen werden. Eine Messung des Stromes mit einem auf Ablenkung eines permanenten Magneten beruhenden Instrumente wäre unmöglich, da ja dieser, ehe er noch Zeit gehabt einem Antriebe Folge zu leisten, bereits infolge des Polwechsels einen solchen nach entgegengesetzter Seite erhielte. Man muss darum statt des Magneten einen weichen Eisenkern verwenden, der gleichzeitig mit jedem Stromwechsel seine Polarität umkehrt. Eine Messung des zugeführten Stromes ergiebt denselben als zu schwach, um ein Glühlämpchen zum Glühen zu bringen. Die Thatsache, dass ein in einem Leiter anwachsender oder abnehmender Strom in einem benachbarten gemäss den Gesetzen der Induktion elektromotorische Kräfte wachruft, kann zur Transformation von Wechselströmen benutzt werden. So erregte der obige Strom, in die primäre Wickelung eines als Transformator dienenden Induktionsapparates eingeführt, in der secundären Wickelung desselben einen bei weitem stärkeren Strom, der das eingeschaltete Glühlämpchen hell leuchten liess. Dies Paradoxon der Umwandelung eines Stromes in einen stärkeren erklärt sich analog dem mechanischen, der Verstärkung einer Kraft durch einen Hebel oder Flaschenzug: wie hier dem Gewinn an Kraft ein Verlust an Wirkungsweg gegenübersteht, so beim Transformator dem Gewinn an Stromstärke ein Verlust an Spannung. Dass bei stärkerer Belastung des sekundären Stromkreises auch der Strom im primären anwächst, gab sich durch lauteres Tönen des Telephons kund. Die Induktionswirkung eines Wechselstromes auf seine Umgebuug macht sich auch als sogenannte „Selbstinduktion" zwischen einander benachbarten Theilen der eigenen Leitung geltend. Dieselbe wurde wieder vermöge des Glühlämpchens veranschaulicht, das dunkler brannte, wenn in den Stromkreis ein Selenoid eingeschaltet wurde und verlöschte, als die Induktion infolge eines eingeschobenen Eisenkernes verstärkt worden war. Besonders scharf trat der Einfluss der Stromart auf die Vertheilung hervor, als abwechselnd Gleichstrom oder Wechselstrom zwei parallel geschalteten Glühlampen zugeführt wurde, deren eine in ihrem Stromkreis ein Selenoid, die andere eine Zersetzungszelle enthielt; je nachdem glühte die eine oder die andere heller, als die zweite.

3) Das dynamoelektrische Prinzip. Ein elektrischer Strom, um einen Eisenkern geleitet, befähigte denselben, als Elektromagnet eine belastete Schale zu tragen, und zwar konnte dieselbe um so schwerer belastet sein, je stärker der benutzte Strom war. Messende Versuche haben ein Anwachsen der Magnetisirung mit der Stromstärke bestätigt, haben jedoch gezeigt, dass beide Grössen hierbei nicht gleichen Schritt halten; je mehr Magnetismus das Eisen bereits aufgenommen, umsomehr widersteht es einer weiteren Steigerung. Wird der Magnetisirungsstrom unterbrochen, so verschwindet der Magnetismus nicht vollständig. Wirkt ein stromdurchflossener Leiter auf eine frei bewegliche Magnetnadel, so muss auch ein fester Magnet auf einen frei beweglichen Leiter eine Kraft ausüben. Ein zwischen zwei Magnetpolen drehbarer vom Strom durchflossener Bügel stellte sich mit seiner Ebene senkrecht gegen die Verbindungslinie der Pole. Um ihn aus dieser Lage zu entfernen, muss Arbeit geleistet werden. Das Aequivalent für dieselbe liegt in einer Verstärkung des den Bügel durchfliessenden Stromes. Bewegt man einen Theil eines geschlossenen Leiters in geeigneter Weise durch den Wirkungsbereich, das „Feld", eines Magneten, so wird darin ein Strom unterhalten. Ein in den Stromkreis einer magnetelektrischen Maschine eingeschaltetes Glühlämpchen erglühte heller bei Verstärkung des Magnetismus der Schenkel durch Steigerung des sie erregenden Stromes. Bei einer Gleichstrommaschine lässt sich nun der von ihr selbst erst gelieferte Strom zur Steigerung, ja Unterhaltung des eigenen magnetischen Feldes benutzen. Dies „dynamoelektrische Prinzip" ist zuerst von Siemens und kurz darauf von Wheatstone im Jahre 1867 ausgesprochen worden. Elektromagnete behalten, wie gezeigt, stets etwas „remamenten" Magnetismus, sodass eine Dynamomaschine zunächst als magnetelektrische Maschine angehen kann. Magnetismus und erzeugter Strom steigern sich gegenseitig. Dass diese Steigerung nicht bis zur äusserst möglichen Magnetisirung, der Sättigung der Magnetschenkel, fortgeht, hat seinen Grund in dem erwähnten Verhalten des Magnetismus der wachsenden Stromstärke gegenüber und dem umgekehrten.

4) Vorführung von zwei Dynamomaschinen, von denen die eine als Motor, die andere, ein Geschenk der Firma Garbe, Lahmeyer & Co. an die Elektrotechnische Lehranstalt des Vereins, als Maschine mit Sondererregung der Schenkel antrieb. Längs des Kollektors der letzteren konnten zwei Bürsten im Abstand eines Kollektorstreifens von einander an verschiedenen Stellen angelegt werden. Mittelst eines Vorlesungsgalvanometers wurde Grösse und Richtung der elektromotorischen Kraft veranschaulicht, welche von je einer einzelnen Spule erzeugt wurde, wenn dieselbe gerade irgend einen bestimmten Theil des magnetischen Feldes passirte, und Anstieg und Abfall der Spannung längs der beiden Kollektorhälften dargestellt.

5) Ueber den Aubert'schen Elektrizitätszähler, welcher

bestimmt ist, die Zeit zu messen, während der ein elektrischer Strom benutzt wird.

6) Ueber Akkumulatoren. Um deren Wirksamkeit zu veranschaulichen, dienten Bleistreifen, die in verdünnte Schwefelsäure tauchten, und wurde in die so gebildeten Zellen der Strom einer anderen Akkumulatorenbatterie geleitet. Der fortschreitende Formationsprozess kennzeichnete sich durch Bräunung der positiven Elektrode und konnte nach einiger Zeit ein Strom rückwärts entnommen werden, der, wenn auch nur auf kurze Zeit, ein Glühlämpchen erleuchten liess. Redner besprach die verschiedene Verwendung der Akkumulatoren und erläuterte an einer Tudor'schen Batterie, ein Geschenk der Firma Müller & Einbeck, und einem Huber'schen Akkumulator die Gesichtspunkte, die je nach Zweck, insbesondere ob für stationäre Anlage oder etwa für Bahnbetrieb, bei Construktion verschiedener Typen vorherrschen können.

7) Ueber einige neuere Gebiete der elektrochemischen Technik. Nach Erläuterung des Elmore'schen Verfahrens zur Herstellung von kupfernen Rohren und Drähten folgte die Besprechung der Elektrolyse von Materialien im feurigflüssigen Zustande, wie sie insbesondere bei der Aluminiumgewinnung benutzt wird. Zur Veranschaulichung diente die Darstellung einer Kupferaluminiumlegirung. Eine ausgehöhlte Kohlenplatte als negative Elektrode enthielt metallisches Kupfer, das durch den Lichtbogen zum Schmelzen gebracht wurde. Hierauf wurde fein gestossener Kryolith zugesetzt, der schmolz und bei der Elektrolyse Aluminium lieferte, das das Kupfer legirte. — Webster's Reinigung von Abfallwässern beruht auf deren Elektrolyse bei einem Gehalt an Chlornatrium. Hermite's Bleichverfahren benutzt die bleichenden Wirkungen einer elektrolysirten Chlormagnesiumlösung. Das Verfahren wurde im Kleinen vorgeführt unter Bleichung einer Indigolösung. — Der Vortragende erläuterte dann die Möglichkeit der Elektrolyse durch Wechselstrom in ihrer Abhängigkeit von Stromdichte und Wechselzahl. — Bei den elektrischen Gerbverfahren dürften Einflüsse auf den Gang der Endosmose in Frage kommen. Der Vortragende erwähnte noch eine Reihe weiterer chemisch-technischer Verwendungen des Stromes und schloss unter dem Hinweis, dass die elektrotechnische Ausstellung des kommenden Jahres den verschiedenen Verfahren Gelegenheit geben werde, ihre Brauchbarkeit öffentlich darzuthun. — Der Vortragende zeigte alsdann eine Dynamomaschine für Handbetrieb vor, welche seitens der Firma C. & E. Fein in Stuttgart der elektrotechnischen Lehranstalt überwiesen war. Dieselbe ist besonders übersichtlich construirt und lieferte bei Einschaltung des Knallgasvoltameters etwa 1½ ccm. per Sekunde.

8) Ueber den Einfluss des Gleich- und Wechselstromes auf den menschlichen Organismus und über Sicherung elektrischer Leitungen. Wie bekannt sind die physiologischen

Wirkungen des Wechselstromes durchaus anderer Natur als diejenigen des Gleichstroms. Man hat in neuerer Zeit mehrfach den Widerstand des menschlichen Körpers bestimmt, hierdurch aber nur Zahlen von relativem Werthe erhalten, da der Widerstand des menschlichen Körpers, hauptsächlich in der Haut sitzend, in hohem Maasse von deren Zustand abhängt. Insbesondere hat sich hierbei eine Abhängigkeit des gefundenen Werthes von der benutzten Spannung und davon ergeben, ob mit Gleich- oder Wechselstrom gearbeitet wurde. Die Abhängigkeit von der benutzten Spannung und insbesondere von der Zeit der Einwirkung ist eine Erscheinung, welche in ähnlicher Weise an allen Isolatoren beobachtet wird. Eine Gefahr für den Organismus bieten diejenigen Leitungen, welche im Innern von Räumen den Bewohnern zugänglich geführt zu werden pflegen, nicht, wohl aber liegt die Gefahr nahe, dass durch irgend welche Unregelmässigkeit unter Ueberbrückung der Verbrauchsstelle eine kurze Schliessung des Stromkreises herbeigeführt werden kann. Dies würde eine ausserordentlich grosse Stromstärke und dem entsprechend grosse Wärmeentwickelung zu Stande kommen lassen, die ihrerseits nicht unbedenklich wäre. Um dies zu vermeiden, schaltet man in die betreffenden Leitungen Sicherungen ein, deren Wirksamkeit darin besteht, beim Anwachsen des Stromes über einen normalen Werth den Stromkreis zu unterbrechen. Dieselben wirken theils als magnetische Ausschaltungen, theils als Abschmelz-Sicherungen und werden beide Arten experimentell vorgeführt.

9) Ueber die Messung des elektrischen Stromes. Zur Messung des elektrischen Stromes kann man irgendwelche in einfacher Weise messbaren Wirkungen desselben benutzen und ergeben sich hieraus die Messinstrumente der Praxis, welche theils auf den chemischen, teils auf den Wärme-, theils auf den magnetischen Wirkungen des Stromes beruhen und von denen eine Reihe vorgeführt und erläutert wird.

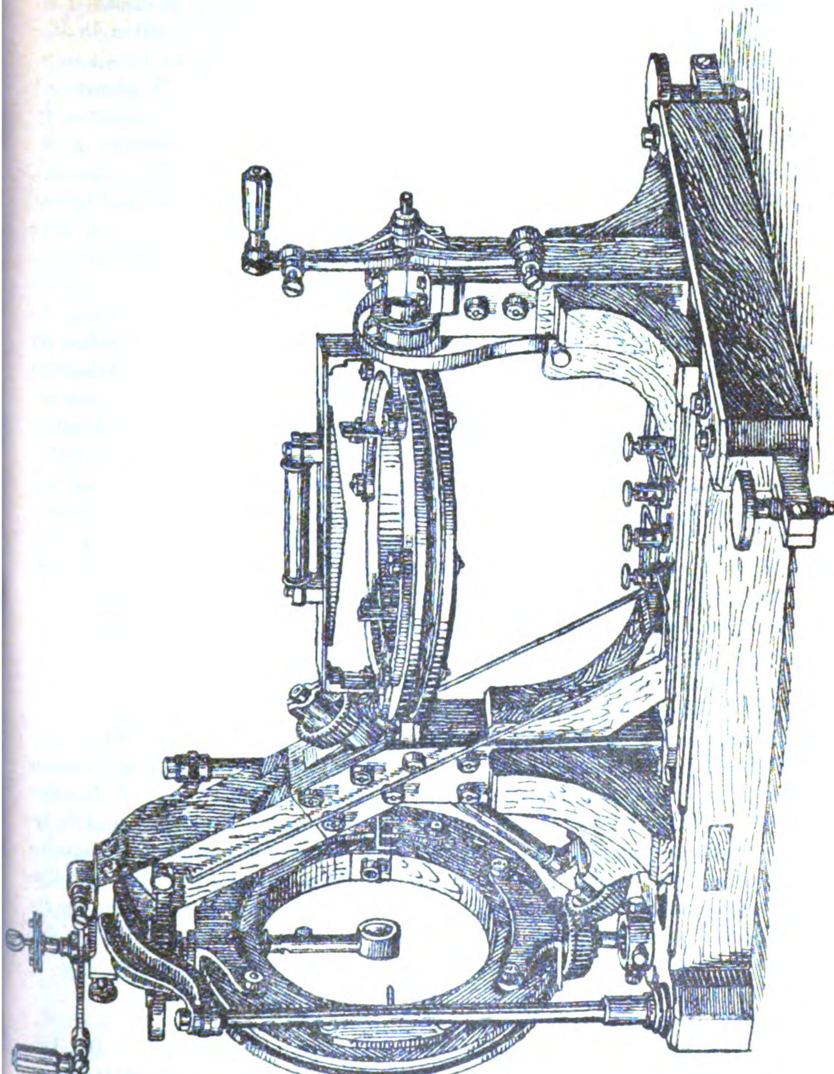
10) Arbeitsübertragung durch Druck und elektrischen Strom. Die durch Druck (Wasserdruck, Dampfdruck, Druckluft) oder durch elektrischen Strom übertragene Arbeit hängt stets von einem Produkt ab. Nämlich in einem Falle von dem Ueberdruck, welcher in dem Motor verrichtet wird, und der Menge, wofür aber das Produkt aus Ueberdruck mal Geschwindigkeit des Zuflusses, mal Zeit gesetzt werden kann, im anderen Falle von Spannung mal Stromstärke mal Zeit, wofür wir auch Spannung mal Elektrizitätsmenge sagen können. Die in beiden Fällen vorliegenden Verhältnisse wurden unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse beim Druckluftbetrieb einestheils durch einen in Betrieb befindlichen, bei verschiedener Spannung arbeitenden Elektromotor, andererseits durch eine Dampfmaschine veranschaulicht, welche durch Druckluft unter verschiedener Ueberspannung betrieben wurde. Soll eine bestimmte Arbeit in einer ge-

gebenen Zeit übertragen werden, so kann man hierbei entweder mit grösserer Stromstärke bei geringerer Spannung oder umgekehrt arbeiten und dem entsprechend hat man beim Betriebe entweder eine kleine oder grosse Menge des Trägers der Energie zu übertragen, je nachdem man mit geringerer oder höherer Spannung arbeitet. Die Dimensionen der Zuführungen sind nun beim elektrischen, wie beim Druckbetriebe ausschliesslich von der zu transportirenden Menge abhängig und darum ergibt sich für beide Betriebsarten, wenn wir nicht zu Zuführungen (Draht, bezw. Rohren) von allzugrossem Querschnitt geführt werden sollen, die Forderung des Arbeitens unter hohem Druck. Die hydraulische Anlage des Hauptbahnhofs arbeitet unter einem Ueberdruck von 75 Atmosphären. Es genügt nun aber nicht, für einen Weg zur Uebertragung des betreffenden Effektes zu sorgen, es muss auch dafür gesorgt werden, dass ein vorzeitiger Ausgleich des Drucks bezw. Spannung unterwegs vermieden wird. Darum müssen die betreffenden Leitungen isolirt sein. Der Drang, sich den Weg durch die Isolation zu bahnen, ist nun aber um so stärker, unter je höherer Spannung bezw. Ueberdruck gearbeitet wird, und so ergeben sich in gleicher Weise für elektrischen, wie Druckbetrieb, Sicherheitsgrenzen für die zur Verwendung kommende Spannung, bezw. Ueberdruck, begründet in der Widerstandsfähigkeit der Zuleitung und insbesondere der Erzeugungs- und Verbrauchsstellen.

IV. Vorträge von anderen Herren.

Herr Eugen Hartmann:

Ueber neue Instrumente für magnetische Messungen mit Demonstrationen. Der Vortragende weist auf die Bedeutung der ständigen periodischen Ermittelung der erdmagnetischen Constanten, Deklination, Inklination und Intensität hin, welche nicht nur ein wissenschaftliches, sondern auch ein praktisches Interesse haben, wenn man z. B. bedenkt, dass der Seefahrer in der richtigen Berechnung seines Kurses von der Kenntniss der Deklination abhängig ist. Schwieriger als die Bestimmung der Deklination und Horizontalintensität gestaltet sich die genaue Messung des Inklinationswinkels. Man bedient sich hierzu vorwiegend eines Instruments, das im Wesentlichen aus einer in ihrem Schwerpunkt aufgehängten Magnetnadel besteht; der Winkel, den die magnetische Axe dieser Nadel mit der horizantalen einschliesst, ist an einem eingetheilten Kreis direkt ablesbar. Ein solches einfaches Inklinatorium verlangt in seiner Herstellung und in seiner Handhabung grosse Sorgfalt, wenn genaue Resultate erzielt werden sollen. Wilhelm Weber wendet daher eine indirekte Methode zur Messung des Inklinationswinkels an, nämlich die Induktion des Erdmagnets auf



Differential-Erdinductor nach Prof. Leonhard Weber in Kiel
von Hartmann & Braun in Bockenheim.

einen geschlossenen Stromleiter. Der Weber'sche Erdinduktor besteht aus einem Ring von mehreren Umwindungen isolirten Drahtes, dessen Enden mit einem Galvanometer von grösserer Schwingungsdauer verbunden sind. Wird dieser Ring mit seiner Windungsebene und seiner Drehungsaxe horizontal und letztere in die Richtung des magnetischen Meridians gelegt und nun um 180° verdreht, so erleidet das Galvanometer eine Ablenkung, welche durch 2 verschiedene, näher beschriebene Methoden fortgesetzter Drehung und Rückdrehung auf einen konstanten Winkel gebracht werden kann, der ein Maass für die Induktion der vertikalen Componente des Erdmagnetismus abgibt. Legt man alsdann die Drehungsaxe um 90° um, so dass sie vertikal steht und wiederholt die Manipulation der Drehung des Ringes um 180°, so wird das Galvanometer unter dem Einfluss der Induktion durch die horizontale Componente eine kleinere Ablenkung erleiden; das Verhältniss der beiden Ablenkungswinkel gibt einen sehr genauen Werth für die Tangente der erdmagnetischen Inklination. Der Weber'sche Erdinduktor hat nun durch Leonhard Weber insofern eine erhebliche Verbesserung erfahren, als mit dem von dem letzteren Gelehrten vorgeschlagenen, von der Firma Hartmann & Braun konstruirten Apparat das Messverfahren ganz erheblich abgekürzt wird, dadurch, dass zwei identische, rechtwinklig zu einander stehende, gehörig orientirte Drahtringe zu gleicher Zeit gedreht werden. Der Stromkreis beider Ringe ist durch je eine Abtheilung eines aperiodischen Differentialgalvanometers und eines veränderlichen Rheostaten geschlossen. Nun hat man bei der Ertheilung der Induktionsstösse durch Drehung der Drahtringe nur dafür zu sorgen, dass das Differentialgalvanometer keinen Ausschlag erfährt, was durch Veränderung der Widerstände beider Stromkreise binnen einer einzigen Minute leicht auszuführen ist. Das Verhältniss der Widerstände beider Stromkreise, welche letztere mit beliebiger Genauigkeit bestimmt werden können, ergibt die Tangente des erdmagnetischen Inklinationswinkels. Die vorstehende Abbildung zeigt den mit allen Correktionsvorrichtungen für Horizontirung und Einstellung in den Meridian ausgerüsteten Apparat, der überdies so eingerichtet ist, dass die beiden Drahtringe vertauscht werden können.

Herr Geh. Telegraphenkassier J. Ehricke:

Ueber Fernsprechen und Fernsprechapparate. Der Vortragende erläuterte zunächst die Wirkungsweise des Magnettelephons als Geber. In der Magnetinduktion besitzen wir bekanntlich ein Mittel, durch mechanische Bewegung elektrische Ströme zu erzeugen. Befindet sich nämlich ein geschlossener Leiter der Elektrizität im magnetischen Felde, so hat jede, auch die kleinste Störung des Verlaufs der magnetischen Kraftlinien einen elektrischen Strom in jenem Leiter zur Folge. Solche Störungen werden im Magnettelephon durch

das Anschlagen der Schallwellen an eine dünne eiserne Platte hervorgerufen. Die in Schwingungen versetzte Platte wirkt also elektromotorisch, und der Leiter (die Telephonleitung) wird von Strömen durchflossen, welche den Schwingungen der Platte in Stärke und Zahl, sowie Eigenart der Bewegungen vollkommen entsprechen. Nun stehen Elektrizität und Magnetismus zu einander derart in Wechselwirkung, dass die entwickelten Ströme, wenn sie an irgend einer (entfernten) Stelle des Leiters durch ein magnetisches Feld mit darin befindlicher, schwingungsfähiger Eisenplatte geleitet werden, in diesem Felde die gleichen magnetischen Veränderungen verursachen, welche durch die Schallschwingungen in dem ersterwähnten Felde herbeigeführt wurden. Solchen Veränderungen muss wiederum die dünne Eisenplatte folgen; sie geräth den Stromwellen entsprechend in Schwingungen, welche dem Ohre die fernen Sprechlaute, Musik und dergl. wiedergeben. Die Magnetinduktion liefert auf diese Art nur verhältnissmässig geringe Strom- bezw. Lautwirkungen, und die Verständigung reicht nur da aus, wo es sich um Telephonleitungen von wenigen Kilometern Länge handelt. Darüber hinaus hängt die Verständigung in hohem Grade von dem Widerstande, der Selbstinduktion, der Capazität und dem Isolationswerthe der Leitungen ab. Um diese Einflüsse zu überwinden, waren die Sprechströme zu verstärken, was man auf dem Wege der Volta-Induktion vollkommen erreicht hat. Die hierzu dienenden Apparate heissen Mikrophone. In denselben wird ein bestehender Strom durch die an eine Membrane schlagenden Schallwellen lebhaften Aenderungen seiner Intensität unterworfen, was zur Folge hat, dass in einen benachbarten geschlossenen Stromkreis (die Telephonleitung) entsprechende sekundäre Ströme induzirt werden, welche die Membrane eines am fernen Ende eingeschalteten Magnettelephons in der eben beschriebenen Weise ertönen lassen. Zur Besprechung gelangte eine grössere Anzahl der verschiedensten Instrumente beiderlei Art, welche zur Ansicht ausgelegt waren. Am Schlusse des Vortrags wurde eine Musikübertragung von einem entfernten Saal nach dem Hörsaal vorgeführt.

Herr Hauptmann Holthof:

Ueber Telephotographie nach Heinzerling. Seitdem die Probleme der Uebertragung von Schrift und Stimme auf weite Entfernungen mittelst des elektrischen Stromes durch die Erfindung der Telegraphie und Telephonie in so überraschend schneller und befriedigender Weise gelöst sind, geht das wissenschaftliche Bestreben dahin, auch die Uebertragung von Lichteindrücken oder Bildern auf weite Entfernung in ähnlicher Weise zu erreichen. Es tauchen sogar immer wieder in den Zeitungen Nachrichten auf, dass endlich das Problem des „telegraphischen Sehens" gelöst worden sei, wie z. B. seiner Zeit in den amerikanischen Zeitungen die Anwendung eines

diesem Zwecke dienenden sogenannten „Telephots" zu finden war. Einstweilen ist der Gedanke des telegraphischen Sehens noch allzu phantastisch, als dass mit Ernst an die baldige Verwirklichung desselben gedacht werden könnte. Anders aber steht es mit dem Problem der Uebertragung bereits bestehender Bilder auf weite Entfernung durch den elektrischen Strom, da hierbei ein successives Nachahmen des Bildes von Flächentheilchen zu Flächentheilchen bei beliebig starker Beleuchtung stattfinden kann, so dass dieses Problem bedeutend mehr Aussicht auf baldige Lösung hat als dasjenige des telegraphischen Sehens. Es sind denn auch schon viele Versuche in dieser Richtung gemacht worden, ohne dass bisher ein wirklicher Erfolg zu verzeichnen gewesen wäre. Heinzerling glaubt nun, dass das Problem mit Sicherheit in nachbeschriebener Weise zu lösen ist. Er geht dabei von den beiden bekannten und wissenschaftlich bestätigten Thatsachen aus, dass 1) das Licht die Leitungsfähigkeit der Selens proportional seiner Intensität beeinflusst und dass 2) der elektrische Strom proportional seiner Stärke eine Drehung der Polarisationsebene herbeiführt. Diese beiden Gesetze dienen zur Unterlage des telegraphischen Apparats. An der Hand von Skizzen erklärte der Vortragende nun diesen Apparat. Die Vorrichtung auf der Sendstation entspricht in ihrer speziellen Anordnung einigermassen einem von John Perry beschriebenenen Apparat. Eine Scheibe, welche ein positives oder negatives Bild des zu telephotographirenden Gegenstandes trägt, wird von der einen Seite durch eine starke Lichtquelle beleuchtet. Mittelst einer Sammellinse wird ein Lichtstrahl auf ein bestimmtes Flächentheilchen der Scheibe geworfen. Auf der anderen Seite der Scheibe und zwar der Sammellinse genau gegenüber ist eine Selenzelle aufgestellt, welche in einen elektrischen Strom eingeschaltet ist. Die Scheibe selbst ist so eingerichtet, dass sämmtliche Punkte derselben nach und nach an der Sammellinse vorbeigeführt und einzeln beleuchtet werden. Selbstverständlich ist der ganze Apparat der Sendstation mit Ausnahme des Beleuchtungsapparates in eine Dunkelkammer eingeschlossen. Je nachdem nun das jeweilig beleuchtete Flächentheilchen dunkel oder hell ist wird ein mehr oder weniger intensiver Lichtstrahl auf die Selenzelle fallen, so dass der Widerstand desselben abwechselnd kleiner oder grösser wird. Es gelangt also durch den einen Batteriedraht ein Strom von abwechselnder Stärke zur Empfangsstation, welcher von dem zweiten und zu Batterien auf die Sendstation zurückgeführt wird. Auf der Empfangsstation dient ein zur Umsetzung des elektrischen Stromes in das Lichtbild aufgestellter Apparat, welcher durchaus neu ist. In demselben befindet sich eine lichtempfindliche Platte von derselben Grösse wie die auf der Sendstation befindliche. Dieselbe dreht sich genau in derselben Zeit wie die erste Platte um eine Axe. Vor dieser Platte befinden sich nun zwei durch ein Faraday'sches Glas ver-

bundene Nicol'sche Prismen. Um das Faraday'sche Glas ist der Leitungsdraht spiralförmig gewunden, so dass die von der Empfangsstation gesendeten elektrischen Ströme die Drehung der Polarisationsebene der Nicol'schen Prismen mit Sicherheit herbeiführen können. Diese Prismen sind kreuzweise gestellt, so dass, wenn kein Strom durch die Drahtwindungen geht, auch kein Licht durch die Prismen gelangen kann. Vor dem Polariseur ist eine Lichtquelle mit einer Sammellinse aufgestellt, um beständig einen Lichtstrahl auf den Polariseur zu werfen. Hat nun der elektrische Strom eine seiner Intensität proportionale Drehung der Polarisationsebene hervorgerufen, so wird diese mehr oder weniger gedreht, so dass mehr oder weniger Licht auf die vorbeistreichenden Flächentheilchen der Platte gelangen. Weil letztere sich isochron mit der Platte der Sendstation bewegt, so wird successive eine getreue Nachahmung der auf der ersteren Platte befindlichen Bilder entstehen. Das telephotographische Verfahren von Heinzerling besitzt thatsächlich Aussicht auf praktische Durchführbarkeit und es kommt wohl nur auf eine hinreichende Anzahl von Versuchen an, um schliesslich auf Grund der aufgestellten Daten das Problem der Telephotographie endgiltig zu lösen.

Elektrotechnische Lehr- u. Untersuchungs-Anstalt.

Die elektrotechnische Lehranstalt des Vereins wurde in der seitherigen Weise fortgeführt.

Den Unterricht ertheilten die Herren: Ingenieur C. Brockmann, Telegraphen-Cassierer Ehricke, Dr. J. Epstein, Ingenieur E. Hartmann, Prof. Dr. G. Krebs, Telegraphen-Inspector Löbbecke, Dr. B. Lepsius, Ingenieur Dr. O. May und Dr. A. Nippoldt. Die praktischen Uebungen wurden von Herrn Dr. J. Epstein geleitet.

An dem Winterkursus 1889/90 nahmen als Schüler Theil die Herren:
P. Barth aus Merseburg,
Johann Bracker aus Bramstede,
H. Colpe aus Lüneburg,
Franz Fitzke aus Gollantsch,
W. Gelinek aus Komotau in Böhmen,
Friedrich Hoffmann aus Frankfurt a. M.,
J. K. Kämpf aus Frankfurt a. M.,
Fr. Mönnich aus Rostede,
C. Mühleisen aus Reichenbach,
Reinhold Saalborn aus Camburg,
C. v. Steinwehr aus Königsberg,
H. Wolff aus Dinkelsbühl,
H. Zschaeck aus Gotha,
Arthur Blechschmidt aus Insterburg (trat vor Beendigung des Cursus aus).

Im Sommersemester 1890 gehörten der Anstalt als Schüler an die Herren:
C. Alberti aus Schleiz,
O. Beyschlag aus Nördlingen,
M. Cappis aus Lahr i. B.,
M. Clauss aus Johann-Georgenstadt,
C. Glogau aus Königsberg,
Ludwig Gute aus Wien,
J. Hülsmann aus Oberhausen,
A. Jahn aus Lützenburg,
August Morgenroth aus Judenbach,
C. Scheidhauer aus Wildenfeld,
C. Schmidt aus Bockenheim,
G. Weber aus Marienberg,
C. Sprick aus Dresden (trat vor Beendigung des Cursus aus).

Die dem Besuch der Anstalt vorausgegangene praktische Thätigkeit der Schüler betrug im Durchschnitt 23 Jahre.

Im Wintersemester wie im Sommersemester nahmen an einzelnen Unterrichts-Gegenständen eine Anzahl Hospitanten Theil.

Als Praktikanten im elektrotechnischen Laboratorium arbeiteten die Herren:

stud. math. Kellner aus Frankfurt a. M.,
cand. phil. Lurges aus Bonn,

während sich am Blitzableiter-Cursus im Frühjahr 1890 Herr Jules Ziegler aus Winterthur betheiligte.

Das liebenswürdige Entgegenkommen der betheiligten Kreise ermöglichte ferner eine Reihe von Excursionen in Fabriken, Laboratorien und elektrische Anlagen, und verfehlen wir nicht, auch an dieser Stelle dafür bestens zu danken.

Es wurden besucht im Wintersemester 1889/90:

Städtische Beleuchtungsanlage und Versuchsstation am Hafen,
Palmengarten, Württemberger Hof, Restaurant Breuer, Brauerei Essighaus, Blockstation der Frankfurter Gasgesellschaft, } Beleuchtungsanlagen,
Station der elektrischen Bahn Frankfurt-Offenbach in Oberrad,
Giesserei von Carl Beyer & Sohn,
Signalanlagen auf dem Hauptbahnhof,
Kaiserliches Telegraphenamt,
Werkstätten von Hartmann & Braun in Bockenheim,
Zoologischer Garten, Stadtbibliothek, } Blitzableiteranlagen.

Im Sommersemester 1890 wurden besucht:

Städtische Versuchsstation,
Brauerei Essighaus, Palais-Restaurant, Restaurant Weihenstephan, Palmengarten, } Beleuchtungsanlagen,
Hauptbahnhof, maschinelle Anlage,
Kaiserliches Telegraphenamt,
Königliche Eisenbahnwerkstätte,
Station der elektrischen Bahn Frankfurt-Offenbach in Oberrad,
Maschinenfabrik von Pokorny & Wittekind in Bockenheim.

Die der Lehranstalt zugegangenen, an anderer Stelle näher verzeichneten Geschenke mögen auch hier gebührend verdankt sein.

Der Lehrplan der Lehranstalt ist unverändert geblieben.

Die elektrotechnische Untersuchungs-Anstalt wurde wiederholt zu Untersuchungen, Messungen und Begutachtungen herangezogen.

Chemisches Laboratorium.

Das chemische Laboratorium stand unter der Leitung des Docenten Herrn Dr. Lepsius und des Assistenten Herrn Erwin Sack.

Frequenz. Die Arbeitsplätze wurden semester- oder monatweise belegt:

im Wintersemester	im Sommersemester
von den Herren:	
Flörsheim	Dr. Gissel
Dr. Gissel	Hupfeld
Jung	Jung
Klimsch	Krebs
Krebs	Leisewitz
Leisewitz	Schnabel
Niederhofheim	Schwabacher.
Schmidt	
Schwabacher.	

Mittheilungen.

Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium.

Chemische Untersuchungen
über
die Reinigung der Sielwasser im Frankfurter Klärbecken,
sowie über die Zusammensetzung des Klärbeckenschlammes.

Von *Dr. B. Lepsius.*

Dritte Abhandlung.

Die früheren Untersuchungen*) umfassen die folgenden Versuchsreihen:

I.	Klärung mit Thonerdesulfat und Kalk,	6. Nov. 1887,
II.	„ „ „ „ „	25. Mai 1888,
III.	„ „ „ „ „	29. Mai 1888,
IV.	„ „ Kalk	5. Juni 1888,
V.	„ ohne Chemikalien	13. Juni 1888,
VI.	„ mit Eisenvitriol und Kalk,	15. Jan. 1889,
VII.	„ „ „ „ „	15. Jan. 1889,
VIII.	„ „ Phosphorsäure und Kalk,	15. Oct. 1889.

*) Jahresbericht des Physikalischen Vereins für 1887—88 und 1888—89.

Die folgenden drei Versuchsreihen schliessen sich an die früher vorgenommenen in jeder Beziehung an, die Probenahme ist mit denselben Vorsichtsmassregeln ausgeführt worden, um gute Durchschnittsproben zu erzielen, die Proben sind an denselben Stellen genommen, die Untersuchungen sind nach denselben Methoden ausgeführt worden, wie früher.

Als Klärmaterial für die vorliegenden Klärmengen wurde wiederum Thonerdesulfat und Kalk angewandt, und zwar:

IX. Thonerdesulfat von Gebr. Giulini, Ludwigshafen a. Rh., 9% lösliche Thonerde (Al_2O_3) enthaltend, 19. Febr 1891,

X. Thonerdesulfat von Gebr. Giulini, mit 11% löslicher Thonerde, 24. Februar 1891,

XI. Thonerdesulfat von den Vereinigten Chemischen Fabriken in Mannheim, 27. Februar 1891.

1. Die Untersuchung der Klärmaterialien ergab folgende Zusammensetzung:

a) Für Versuchsreihe IX. Thonerdesulfat von Gebr. Giulini; Beschaffenheit: grau, feinpulverig.

1. Beim Auskochen mit Wasser unlöslicher Rückstand 51.65%.
2. Lösliche Thonerde (Al_2O_3) 9.37%.
3. Lösliches Eisenoxyd (Fe_2O_3) 0.59%.
4. Lösliche Kieselsäure (SiO_2) 0.22%.
5. Lösliche Schwefelsäure (SO_3) 22.95%.

b) Für Versuchsreihe X. Thonerdesulfat von Gebr. Giulini; Beschaffenheit: grau, grobkörnig.

1. Beim Auskochen mit Wasser hinterliess das Material einen unlöslichen Rückstand von 57.83%.
2. In Lösung gegangene Thonerde (Al_2O_3) 10.87%.
3. Lösliches Eisenoxyd (Fe_2O_3) 0.60%.
4. Lösliche Kieselsäure (SiO_2) 0%.
5. Lösliche Schwefelsäure (SO_3) 20.20%.

c) Für Versuchsreihe XI. Thonerdesulfat von Vereinigten Fabriken in Mannheim. Beschaffenheit: roth, grobkörnig.

1. Beim Auskochen mit Wasser unlöslicher Rückstand 17.92%.
2. Lösliche Thonerde (Al_2O_3) 14.50%.
3. Lösliches Eisenoxyd (Fe_2O_3) 0.80%.
4. Lösliche Kieselsäure (SiO_2) 0%.
5. Lösliche Schwefelsäure (SO_3) 33.80%.

2. Der chemischen Untersuchung wurde wie früher, *a)* das Sielwasser 4/5 aus dem Frankfurter, 1/5 aus dem Sachsenhäuser Siel, *b)* das Einlaufwasser, entnommen am Ueberlauf der Einlaufgallerie, also nach Zusatz der Klärmittel, bei den beiden mittleren Langbecken, *c)* das Auslaufwasser, entnommen an den correspondirenden Stellen der Auslaufgallerie.

Die chemische Untersuchung ergab folgende Zahlen:

I. Versuchsreihe IX.

Probenahme am 19. Februar 1891.

Klärung mit Thonerdesulfat (9% Giulini) und Kalk.

Ein Liter enthält mgr.	a Sielw.	b Einlauf	c Auslauf	c . 100 / a = %
1. Gesammtgehalt	2895,0	2216,0	1131,0	39
2. Mineralstoffe (Glührückstand) . .	1933,0	1159,0	240,0	17
3. Organische Stoffe (Glühverlust) .	962,0	1057,0	891,0	94
4. Gesammtstickstoff	153,0	94,6	58,8	38
5. Ammoniakstickstoff	62,2	53,2	55,4	89
6. Organischer Stickstoff . . .	90,8	41,4	3,4	3,7
7. Oxydabilität durch $KMnO_4$ . .	998,6	180,1	176,9	17,8
8. Oxydabilität durch Sauerstoff .	249,6	45,0	44,2	17,8
9. Suspendirte Stoffe	1943,0	1095,0	120,0	6,2
10. Mineralstoffe (Glührückstand) . .	388,0	150,0	36,0	9,3
11. Organische Stoffe (Glühverlust) .	1555,0	945,0	84,0	5,4
12. Gesammtstickstoff	60,6	22,9	1,7	2,8
13. Ammoniakstickstoff	0,6	0	0	0
14. Organischer Stickstoff . . .	60,0	22,9	1,7	2,8
15. Oxydabilität durch $KMnO_4$ . .	783,7	104,3	101,1	12,9
16. Oxydabilität durch Sauerstoff .	195,9	26,1	25,3	12,9
17. Gelöste Stoffe	952,0	1121,0	1011,0	103
18. Mineralstoffe (Glührückstand) . .	574,0	907,0	855,0	149
19. Thonerde und Eisenoxyd . .	68,6	37,6	28,2	42
20. Kalk	84,2	168,2	147,0	175
21 als Gyps	61,0	168,2	147,0	—
22. als Nichtgyps	23,2	—	—	—
23. Magnesia	29,6	22,6	40,5	—
24. Schwefelsäure	87,2	469,6	302,4	346
25. Chlor	115,0	86,0	136,5	—
26. Kieselsäure	23,4	14,0	15,4	—
27. Organische Stoffe	378,0	214,0	156,0	41
28. Gesammtstickstoff	92,4	71,7	57,1	62
29. Ammoniakstickstoff	61,6	56,0	56,0	90
30. Organischer Stickstoff . . .	30,8	15,7	1,1	3,6
31. Oxydabilität durch $KMnO_4$ . .	214,9	75,8	75,8	35
32. Oxydabilität durch Sauerstoff .	53,7	18,9	18,9	35

II. Versuchsreihe X.

Probenahme am 24. März 1891.

Klärung mit Thonerdesulfat (11% Giulini) und Kalk.

Ein Liter enthält mgr.	a Sielw.	b Einlauf	c Auslauf	$\frac{c \cdot 100}{a}$ = %
1. Gesammtgehalt	2080,0	1710,0	882,0	42
2. Mineralstoffe (Glührückstand)	895,0	970,0	654,0	73
3. Organische Stoffe (Glühverlust)	1185,0	740,0	228,0	19
4. Gesammtstickstoff	194,3	133,8	71,1	35
5. Ammoniakstickstoff	119,3	120,4	63,3	53
6. Organischer Stickstoff	75,0	13,4	7,8	10
7. Oxydabilität durch $KMnO_4$	538,5	425,6	154,8	29
8. Oxydabilität durch Sauerstoff	134,6	106,4	38,7	29
9. Suspendirte Stoffe	1127,0	782,0	122,0	11
10. Mineralstoffe (Glührückstand)	398,0	348,0	69,0	17
11. Organische Stoffe (Glühverlust)	729,0	434,0	26,0	3,6
12. Gesammtstickstoff	84,6	25,2	7,8	9,2
13. Ammoniakstickstoff	19,6	10,1	7,8	39,6
14. Organischer Stickstoff	64,9	15,1	0	0
15. Oxydabilität durch $KMnO_4$	332,1	306,3	64,5	19,2
16. Oxydabilität durch Sauerstoff	83,0	76,6	16,1	19,2
17. Gelöste Stoffe	953,0	928,0	760,0	79
18. Mineralstoffe (Glührückstand)	497,0	622,0	585,0	117
19. Thonerde und Eisenoxyd	31,6	5,4	5,6	17
20. Kalk	109,0	101,4	108,6	—
21. als Gyps	109,0	101,4	108,6	—
22. als Nichtgyps	—	—	—	—
23. Magnesia	24,1	26,6	27,7	—
24. Schwefelsäure	180,6	279,0	240,5	134
25. Chlor	121,4	186,6	104,7	—
26. Kieselsäure	24,6	28,0	22,4	—
27. Organische Stoffe	456,0	306,0	202,0	44
28. Gesammtstickstoff	109,8	108,6	65,5	59
29. Ammoniakstickstoff	99,7	108,6	55,4	56
30. Organischer Stickstoff	10,1	—	10,1	100
31. Oxydabilität durch $KMnO_4$	206,4	119,3	90,3	43
32. Oxydabilität durch Sauerstoff	51,6	29,8	22,6	43

III. Versuchsreihe XI.

Probenahme am 27. Februar 1891.

Klärung mit Thonerdesulfat (11% Mannheim) und Kalk.

Ein Liter enthält mgr.	a Sielw.	b Einlauf	c Auslauf	c.100 / a = %
1. Gesammtgehalt	3755,0	1615,0	1240,0	33
2. Mineralstoffe (Glührückstand)	1741,0	1128,0	1049,0	60
3. Organische Stoffe (Glühverlust)	2014,0	487,0	191,0	9
4. Gesammtstickstoff	180,3	90,7	103,6	59
5. Ammoniakstickstoff	81,2	72,5	93,5	115
6. Organischer Stickstoff	99,1	18,2	10,1	10
7. Oxydabilität durch $KMnO_4$	834,2	158,0	94,8	11
8. Oxydabilität durch Sauerstoff	208,2	39,5	23,7	11
9. Suspendirte Stoffe	2677,0	476,0	16,0	0,6
10. Mineralstoffe (Glührückstand)	1050,0	151,0	2,0	0,2
11. Organische Stoffe (Glühverlust)	1627,0	325,0	14,0	0,8
12. Gesammtstickstoff	100,8	17,9	0,6	0,6
13. Ammoniakstickstoff	4,0	0,8	0,6	1,5
14. Organischer Stickstoff	96,8	71,1	0	0
15. Oxydabilität durch $KMnO_4$	701,5	85,3	15,8	2,2
16. Oxydabilität durch Sauerstoff	170,0	21,3	4,0	2,2
17 Gelöste Stoffe	1078,0	1139,0	1224,0	103
18. Mineralstoffe (Glührückstand)	691,0	977,0	1047,0	151
19. Thonerde und Eisenoxyd	70,0	0,6	0,8	—
20. Kalk	126,0	127,8	123,2	—
21. als Gyps	55,8	—	123,2	—
22. als Nichtgyps	71,2	—	0	—
23. Magnesia	37,7	58,2	29,1	—
24. Schwefelsäure	82,5	—	403,7	492
25. Chlor	—	—	—	—
26. Kieselsäure	29,0	85,0	109,2	—
27. Organische Stoffe (Glühverlust)	387,0	162,0	177,0	45
28. Gesammtstickstoff	79,5	72,8	103,1	133
29. Ammoniakstickstoff	77,2	71,7	93,0	120
30. Organischer Stickstoff	2,3	1,1	10,1	403
31. Oxydabilität durch $KMnO_4$	132,7	72,7	79,0	55
32. Oxydabilität durch Sauerstoff	38,2	18,2	19,7	55

3. Beurtheilung der Wirksamkeit der angewandten Klärmethoden.

Für die Beurtheilung der Resultate kommt zunächst die Zusammensetzung der Klärmaterialien in Betracht. Da der Kalk in allen Fällen von derselben Beschaffenheit war, so kommt es auf die Zusammensetzung des verwendeten Thonerdesulfates an. Nach Angabe der Fabrikanten sollte dieselbe an wirksamen Bestandtheilen, nämlich an löslicher Thonerde enthalten:

a) Versuchsreihe IX Thonerdesulfat von Gebrüder Giulini in Ludwigshafen 9%,
b) Versuchsreihe X dasselbe mit 11%,
c) Versuchsreihe XI Thonerdesulfat vom Verein chemischer Fabriken Mannheim . . . . 11%.

In den mir übersandten Proben waren an löslicher Thonerde thatsächlich enthalten:

in *a* . . . 9.37%,
in *b* . . . 10.87%,
in *c* . . . 14.50%.

Wenn demnach der Klärerfolg von dem Gehalt an zugesetzter Thonerde abhängt, so müsste der beste Erfolg dem Klärmittel *c* bei Versuchsreihe XI zukommen.

Dies ist nun in der That der Fall. Was zunächst den absoluten Erfolg betrifft, der sich aus der Vergleichung von gereinigtem Wasser und dem zugehörigen Sielwasser ergibt, so sind die Procentzahlen bei denjenigen Stoffen, auf welche es am meisten ankommt, für *c* entschieden am günstigsten.

Dies erhellt beispielsweise aus folgender Zusammenstellung, welche den analytischen Tabellen I—III entnommen ist.

Die Erniedrigung vermöge des Klärens mit . . .	*a*	*b*	*c*
ausgedrückt in Procenten vom Sielwasser auf . . .	%	%	%
Gesammtgehalt	39	42	33
Organische Stoffe (Glühverlust)	94	19	9
Oxydabilität gemessen durch Sauerstoff	18	29	11
Suspendirte Stoffe, insgesammt	6	11	0.6
Suspendirte organische Stoffe (Glühverlust)	5	4	0.8
Suspendirter Stickstoff	3	9	1.5
Oxydabilität	13	19	2.2
Gelöste Stoffe	103	79	103
Gelöste organische Stoffe (Glühverlust)	41	44	45

Man sieht, dass hier bei den Gesammtstoffen und namentlich bei den suspendirten Stoffen die Abnahme in Prozenten vom Sielwasser bei *c* bei weitem günstiger liegt. Wenn bei den gelösten Stoffen die Abnahme von *b* grösser ist, so kommt dies auf Rechnung der nicht in Betracht kommenden Mineralstoffe, da die gelösten organischen Stoffe bei *b* und *c* die gleiche Abnahme erleiden.

Da jedoch diese Zahlen durch die zufällige Zusammensetzung des gleichzeitig genommenen Sielwassers sehr stark beeinflusst werden — in der That zeigt das Sielwasser bei *c* einen viel höheren Gehalt in allen Fällen, als die bei *a* und *b*, — so kann auf den Ausfall dieser Prozentzahlen, wenn sie auch nicht ganz zu vernachlässigen sind, doch nicht allzu viel Gewicht bei der Beurtheilung gelegt werden. Es ist daher um so wichtiger für diese, dass dieses Resultat auch in anderer Hinsicht bestätigt wird.

4. Vergleichung der Zahlen des gereinigten Wassers mit dem Mittel der Sielwasserzahlen.

Ein Liter enthält mgr.	Sielw. Mittel IX—XI	Gereinig. Wasser IX	Gereinig. Wasser X	Gereinig. Wasser XI
1. Gesammtgehalt	2910	1131	882	1240
2. Mineralstoffe (Glührückstand)	1523	240	654	1049
3. Organische Stoffe (Glühverlust)	1387	891	228	191
4. Gesammtstickstoff	176	59	71	104
5. Ammoniakstickstoff	87	55	63	94
6. Organischer Stickstoff	88	8	8	10
7. Oxydabilität durch $KMnO_4$	790	177	155	95
8. Oxydabilität durch Sauerstoff	177	44	39	24
9. Suspendirte Stoffe	1916	120	122	16
10. Mineralstoffe (Glührückstand)	612	36	69	2
11. Organische Stoffe (Glühverlust)	1304	84	26	14
12. Gesammtstickstoff	82	2	8	1
13. Ammoniakstickstoff	8,4	0	8	1
14. Organischer Stickstoff	73,9	2	0	0
15 Oxydabilität durch $KMnO_4$	609	101	65	16
16. Oxydabilität durch Sauerstoff	150	25	16	4
17. Gelöste Stoffe	994	1011	760	1224
18. Mineralstoffe (Glührückstand)	587	855	584	1047
19. Thonerde und Eisenoxyd	56	28	6	1
20. Kalk	106	147	109	123
21. Magnesia	27	41	28	29
22. Schwefelsäure	116	302	241	404
23. Chlor	118	137	105	—
24. Kieselsäure	26	15	22	109
25. Organische Stoffe	407	156	202	177
26. Stickstoff	97	57	66	103
27. Ammoniakstickstoff	79	56	55	93
28. Organischer Stickstoff	18	1	10	10
29. Oxydabilität durch $KMnO_4$	184	76	90	79
30. Oxydabilität durch Sauerstoff	47	19	23	20

Die beigegebene Tabelle zeigt eine Vergleichung der gereinigten Wasser mit dem Mittel der Sielwässer von allen drei Versuchsreihen, wie dies auch bei der Beurtheilung der früher angestellten Versuche geschehen ist. Zugleich sind auf Tafel XIV die wichtigsten Resultate dieser Vergleichung in graphischer Weise dargestellt worden. Diese Art der Vergleichung eliminirt die Zufälligkeiten, welche durch die Ungleichheit der Sielwässer, sowie bei der Probenahme derselben auftreten können.

Bei dieser Vergleichung zeigt sich nun, dass, obgleich bei der letzten Versuchsreihe das zur Zeit entnommene Sielwasser am stärksten verunreinigt war, doch das Abflusswasser reiner ausgefallen ist, wie bei den beiden anderen Versuchsreihen. Dies zeigt sich namentlich bei den suspendirten Stoffen. Sowohl die suspendirten Stoffe im Ganzen, wie auch im Einzelnen die suspendirten Mineral- und organischen Stoffe, zeigen bei XI die besten Klärerfolge (s. Diagramm 51, 52, 53).

Nächst der Entfernung der suspendirten Stoffe sind die gelösten organischen Stoffe von Wichtigkeit. Wenn auch hierbei die Versuchsreihe IX einen etwas günstigeren Erfolg zeigt (siehe Diagramm 56), so ist doch der Vorsprung so gering, dass er gegenüber der sonstigen Reinheit des Wassers bei XI nicht in Betracht kommt, zumal nach Diagramm 50 die organischen Stoffe im Ganzen, also suspendirt und gelöst zusammen, bei XI ebenfalls am ausgiebigsten entfernt werden.

Hierzu kommt, dass auch die Vergleichung der leicht zersetzlichen, durch die Oxydabilität bestimmbaren organischen Stoffe (vergl. Diagramm 57) für die Versuchsreihe XI das beste Resultat zeigt.

Endlich ist auch, wie Diagramm 58 und 59 zeigen, die Entfernung der stickstoffhaltigen Substanzen, insofern dieselben suspendirt sind, — auf die gelösten kann man ohnehin durch die Klärung nur wenig einwirken — eine sehr ergiebige und für XI günstige.

Wie zu erwarten, sprechen also die Zahlen überall, wo zu entfernende Stoffe von Belang in Betracht kommen, für die Klärung mit Thonerde der vereinigten Fabriken in Mannheim.

Es bleibt hierbei zu erörtern, ob die günstigere Wirkung dieses Klärmittels auf dem höheren Gehalt an löslichem Thonerdesulfat beruht, oder ob die sonstige Beschaffenheit des Materials einen grösseren Erfolg garantirt. Da jedoch die Materialien sich in ihrer sonstigen Zusammensetzung nicht wesentlich von dem Ludwigshafener Material unterscheiden, so ist jedenfalls anzunehmen, dass in der That in dem höheren Thonerdegehalt (nach meiner Bestimmung 14.5 %) der Erfolg beruht.

Daraus dürfte man schliessen, dass, wenn das Mannheimer Material ebenfalls 11%, wie das Material *b* enthält, was mit Unrecht (wenigstens

nach der mir vorliegenden Probe) von der Fabrik Mannheim auch für das Material *c* angenommen wird, man alsdann denselben Klärerfolg erzielen wird, wie mit *b*.

5. Vergleichung der drei letzten Klärmethoden IX, X, XI, mit den früher benutzten I—VIII.

Es mag schliesslich noch kurz bemerkt werden, dass durch die gegenwärtigen Untersuchungen die früheren Resultate völlig bestätigt werden, welche den Haupterfolg der Klärbecken der mechanischen Wirkung derselben zuschreiben.

Wenn auch, wie zwischen den drei zuletzt beleuchteten Versuchsreihen, die eine ein besseres Resultat erweist, als die andere, so sind doch die Unterschiede in der Reinigungswirkung bezüglich der für den Reinheitsgrad in Betracht kommenden Stoffe stets sehr unbedeutend im Verhältniss zu der Wirkung im Ganzen, d. h. zu der mechanischen, auch ohne Chemikalien eintretenden, Klärwirkung.

Auch hier ist die reinigende Wirkung des Beckens eine ausserordentlich erfolgreiche, zumal was die suspendirten organischen wie unorganischen Stoffe betrifft; Unterschiede zwischen der chemischen und der mechanischen Reinigung sind zwar auch hier in mancher Beziehung nicht zu verkennen, jedoch sind sie von untergeordneter Bedeutung, wenn man die Reinigung im Ganzen ins Auge fasst.

6. Bei den vorliegenden Versuchsreihen sind jedesmal die zugehörigen Schlammproben einer Analyse unterworfen worden. Die Resultate davon sind die folgenden:

a) Schlammanalyse zur Versuchsreihe IX	% des feuchten Schlammes	% der Trockensubstanz
1. Wasser	7,33	0
2. Trockenrückstand bei 100°	92,67	100
3. Mineralsubstanzen (Glührückstand)	55,12	59,43
4. Organische Substanzen, inclus. gebundenes Wasser und Kohlensäure	37,55	40,52
5. Kieselsäure	35,65	38,45
6. Thonerde und Eisenoxyd	11,67	12,59
7. Kalk	2,25	2,43
8. Magnesia	0,35	0,38
9. Kali	0,80	0,91
10. Schwefelsäure (SO_3)	3,50	3,77
11 Phosphorsäure	1,48	1,59
12. Gesammtstickstoffgehalt	1,74	1,88
13. Ammoniakstickstoff	0,20	0,21
14. Organischer Stickstoff	1,54	1,67

b) Schlammanalyse zur Versuchsreihe X	% des feuchten Schlammes	% der Trockensubstanz
1. Wasser	40,30	0
2. Trockenrückstand	59,70	100
3. Mineralsubstanzen (Glührückstand)	34,22	57,28
4. Organische Substanzen, inclus. gebundenes Wasser und Kohlensäure	25,48	42,71
5. Kieselsäure	17,63	29,47
6. Thonerde und Eisenoxyd	8,41	14,09
7. Kalk	1,22	2,04
8. Magnesia	0,30	0,50
9. Kali	0,26	0,43
10. Schwefelsäure	3,51	5,88
11. Phosphorsäure	0,84	1,41
12. Gesammtstickstoffgehalt	1,87	3,13
13. Ammoniakstickstoff	0,14	0,23
14. Organischer Stickstoff	1,73	2,90
c) Schlammanalyse zur Versuchsreihe XI		
1. Wasser	68,84	0
2. Trockenrückstand	31,16	100
3. Mineralsubstanzen (Glührückstand)	17,69	56,94
4. Organische Substanzen, inclus. gebundenes Wasser und Kohlensäure	13,47	43,06
5. Kieselsäure	9,52	30,55
6. Thonerde und Eisenoxyd	4,59	14,73
7. Kalk	1,12	3,59
8. Magnesia	0,23	0,73
9. Kali	0,25	0,80
10. Schwefelsäure	1,04	3,33
11. Phosphorsäure	0,34	1,09
12. Gesammtstickstoffgehalt	0,89	2,86
13. Ammoniakstickstoff	0,25	0,79
14. Organischer Stickstoff	0,64	2,07

Ueber
das Meteor vom 14. Oktober 1890.

Von Dr. *F. Körber* in Berlin.

Am 14. October 1890 erschien um $7^h 3^m$ Frankfurter Zeit über dem westlichen Deutschland ein helles Meteor, das namentlich in der Nähe des Rheins in hohem Maasse die Aufmerksamkeit der Bevölkerung auf sich zog. Durch einige mir direct zugegangenen Nachrichten wurde ich alsbald für die Erscheinung interessirt, indessen die wenigen Beobachtungen, welche damals, zum Theil auch durch freundliche Uebersendung der bei Herrn Dr. H. J. Klein in der „Köln. Ztg." eingelaufenen Briefe, zu meiner Kenntniss gelangten, reichten zu einer einigermassen sicheren Bahnbestimmung durchaus nicht hin. Die Bahnbestimmung, deren Resultate im Folgenden dargelegt sind, wurde vielmehr erst möglich, nachdem mir im Mai 1891 durch Herrn Geheimrath Galle in Breslau das reichhaltige Material freundlichst überwiesen worden war, welches seiner Zeit Herr Reallehrer Dr. Schauf in Frankfurt a. M. unter Beihilfe der „Frankfurter Zeitung" eingesammelt hatte. Da sich schliesslich auch noch einige Mittheilungen in der belgischen Zeitschrift „Ciel et Terre" vorfanden, lagen nunmehr gegen 80 Mittheilungen, zumeist aus Westdeutschland (24 allein aus Frankfurt a. M.), vor und der Versuch einer Bearbeitung dieser Nachrichten konnte mit einiger Aussicht auf Erfolg in Angriff genommen werden.

Bei näherem Hinblick zeigten sich allerdings nur aussergewöhnlich wenige Mittheilungen für die Bahnbestimmung verwendbar. Einige schriftlich von mir, sowie mündlich von Herrn Dr. Schauf unternommenen Versuche, noch nachträglich über die Lage der scheinbaren Bahn einige weitere Feststellungen zu erhalten, blieben ziemlich erfolglos, da während des inzwischen verflossenen Zeitraums von mehr als einem halben Jahre die Erinnerung an das Phaenomen bei den Beobachtern bereits eine sehr unsichere geworden war. Immerhin hat sich aber doch auf Grund der wenigen brauchbaren Beobachtungen der Radiationspunkt des Meteors mit ziemlich befriedigender Genauigkeit ermitteln lassen, während allerdings die Geschwindigkeit und die von dieser abhängige Gestalt des vom Meteor um die Sonne beschriebenen Kegelschnitts nur mit beträchtlicher Unsicherheit bestimmbar war, sodass auf die in letzterer Beziehung gewonnenen Resultate kein allzu grosses Gewicht gelegt werden darf.

Beobachtungen.

Zunächst stelle ich im Auszug die auf die Lage der scheinbaren Bahn bezüglichen Beobachtungen, so weit solche den einzelnen Mittheilungen zu entnehmen waren, zusammen. Die geographischen Längenangaben beziehen sich auf Greenwich; I bedeutet den Anfangspunkt, II den Endpunkt der scheinbaren Meteorbahn, Ng ist die scheinbare Neigung gegen die Vertikale des Endpunktes, D die abgeschätzte Dauer und L die scheinbare Bahnlänge.

1. Frankfurt a. M. ($\varphi = 50^0 6'$, $\lambda = 8^0 41'$) I: A = 110° (Mittel aus drei Angaben); II: A = 235,4 (Mittel aus 10 Angaben), H = 50° (Anonym), Ng = 34° nach links (v. Rüdiger), 55° (Riegel), 10° ? (Jarke), D = $4^s,5$ (Siebert), 8^s (Anon.), 20^s (Loeberich). Detonation gehört nach 113^s (Mittel aus 7 Angaben).
2. Heddernheim ($\varphi = 50^0 9'$, $\lambda = 8^0 38'$) I: A = 112°; II: A = 292°, L = 100°, D = 20^s. Deton. nach $1^m,5$. (Soreth.)
3. Hanau ($\varphi = 50^0 7'$, $\lambda = 8^0 56'$) I: A = 90°; II: A = 270° (Rechtsanw. Kraus.)
4. Gross-Gerau ($\varphi = 49^0 55'$, $\lambda = 8^0 29'$) I: A = 90°; II: A = 270° (Redakt. Jverg).
5. Höchst ($\varphi = 50^0 6'$, $\lambda = 8^0 33'$) II: A = 270°. (Schwab.)
6. Mainz ($\varphi = 50^0 0'$, $\lambda = 8^0 17'$) I: A = 180°, H = 70°; II: A = 247°, L = 45°, D = 5^s. (Wallau.) I: „in der Nähe des Kopfes des grossen Bären". (Nillius.)
7. Hofheim ($\varphi = 50^0 6'$, $\lambda = 8^0 26'$) II: A = 265°. (Mathias.)
8. Homburg ($\varphi = 50^0 13'$, $\lambda = 8^0 37'$) I: A = 45°, H = 45°; II: A = 240°, H = 45°. (Fischer.)
9. Wiesbaden ($\varphi = 50^0 6'$, $\lambda = 8^0 13'$) II: A = 275°, Ng = 25° n. l. Deton. nach 30^s. (Huth.)
10. Oestrich-Winkel ($\varphi = 50^0 1'$, $\lambda = 8^0 2'$) I: H = 75°; II: A = 235°, H = 23°, L = 30°, Ng = 65° n. l. (Rasch.)
11. Bingerbrück ($\varphi = 49^0 58'$, $\lambda = 7^0 53'$) I: A = 22°; II: A = 202°, D = 5^s. (Weitzel.)
12. Coblenz ($\varphi = 50^0 22'$, $\lambda = 7^0 36'$) I: A = 45°; II: A = 315°, L = 50°. (Seligmann.)
13. Boppard ($\varphi = 50^0 14'$, $\lambda = 7^0 37'$) I: A = 0°, H = 72°; II: A = 270°. (Scheppe.)
14. Nieder-Ingelheim ($\varphi = 49^0 58'$, $\lambda = 8^0 4'$) II: A = 315°. (Dr. Scriba.)
15. Seligenstadt ($\varphi = 50^0 3'$, $\lambda = 8^0 59'$) II: A = 210°, D = 20^s. Das Meteor zog parallel der Milchstrasse. (Anonym.)
16. Rülzheim ($\varphi = 49^0 9'$, $\lambda = 8^0 18'$) II: A = 225°. (Moeckel.)

17. Aschaffenburg ($\varphi = 49^0 58'$, $\lambda = 9^0 8'$) I: $\alpha = 255^0$, $\delta = +35^0$ („im Hercules"), L = 30⁰, D = 4ˢ,5. Deton. nach 95ˢ, 50ˢ lang. (Prem.-Lieutenant Syffert.)

18. Darmstadt ($\varphi = 49^0 52'$, $\lambda = 8^0 40'$) L = 25⁰. (stud. Heinemann.)

19. Stromberg ($\varphi = 49^0 55'$, $\lambda = 7^0 47'$) I: A = 135⁰; II: A = 315⁰, Ng = 65⁰ n. l., D = 4ˢ,5. (Letto.)

20. Neuwied ($\varphi = 50^0 26'$, $\lambda = 7^0 27'$) I: $\alpha = 240^0$, $\delta = +80^0$ („aus dem kleinen Bären"); II: A = 270⁰, L = 90⁰. (Anonym.)

21. Wissen ($\varphi = 50^0 47'$, $\lambda = 7^0 45'$) II: H = 45⁰. (Dir. Müller.)

22. St. Wendel ($\varphi = 49^0 28'$, $\lambda = 7^0 10'$) I: $\alpha = 10^0$, $\delta = 60^0$. Ein zweiter Punkt $\alpha = 10^0$, $\delta = +40^0$. (Anonym.)

23. Mannheim ($\varphi = 49^0 29'$, $\lambda = 8^0 27'$) II: A = 225.

24. Heilbronn ($\varphi = 49^0 9'$, $\lambda = 9^0 14'$) I: $\alpha = 177^0$, $\delta = +55^0$ (ϑ Urs. maj.); II: $\alpha = 141^0$, $\delta = +52^0,5$ (γ Urs. maj.) (Grombacher.)

25. Heidelberg ($\varphi = 49^0 24'$, $\lambda = 8^0 42'$) I: H = 45⁰; II: A = 225⁰, D = 4ˢ,5. (Christ.)

26. Mülheim a. Rhein ($\varphi = 50^0 57',5$, $\lambda = 7^0 1'$) I: $\alpha = 290^0$, $\delta = +10^0$ („aus dem Adler"); II: $\alpha = 340^0$, $\delta = -10^0$ („nach dem Wassermann"), D = 5ˢ,5. (Schulder.)

27. Mülheim a. d. Ruhr ($\varphi = 51^0 25'$, $\lambda = 6^0 52'$) I: $\alpha = 0^0$, $\delta = +40^0$ („östlich des Schwans und südl. der Cassiopeja"). (Bergrath ?)

28. Oberhausen ($\varphi = 51^0 29'$, $\lambda = 6^0 51'$) I: $\alpha = 305^0$, $\delta = -10^0$ (nördlich vom Jupiter); II: H = 15⁰, L = 25⁰, D = 15ˢ. (Kosbart.)

29. Stuttgart ($\varphi = 48^0 46'$, $\lambda = 9^0 11'$) I: $\alpha = 170^0$, $\delta = +55^0$; II: A = 225⁰, L = 33⁰, Ng = 80⁰ n. l., D = 10ˢ. (Oberamtsr. Simon ?)

30. Lichtenfels ($\varphi = 50^0 8'$, $\lambda = 11^0 3'$) II: A = 135⁰, D = 8ˢ. (Drütschel.)

31. Schnabelweid ($\varphi = 49^0 45'$, $\lambda = 11^0 32'$) Ng = 50⁰ n. l., D = 3ˢ,5. (Blom.)

32. Trier ($\varphi = 49^0 46'$, $\lambda = 6^0 38'$) II: A = 230⁰ („gegen die Cassiopeja"). (Oestreicher.)

33. Oythe ($\varphi = 52^0 43'$, $\lambda = 8^0 17'$) I: A = 22⁰, H = 50⁰; II: A = 335⁰, H = 12,5, L = 55⁰, Ng = 73⁰ n. r., D = 8ˢ,5. (Pfarrer Dr. Willenberg.)

(Für die Verwendung wurden die Höhenangaben auf ²/₃ reducirt.)

34. Reichenbach i. V. ($\varphi = 50^0 38'$, $\lambda = 12^0 18'$) Ng = 0⁰. (Anon.)

35. Rossbach (Böhmen) ($\varphi = 50^0 18'$, $\lambda = 12^0 10'$) I: H = 30⁰; II: H = 10⁰, Ng = 0⁰, D = 5ˢ. (Anon.)

36. Pompey ($\varphi = 48^0 47'$, $\lambda = 6^0 6'$) L = 55⁰.

37. Theux ($\varphi = 50^0 33'$, $\lambda = 5^0 47'$) I: H = 42⁰, Ng = 0⁰. (Schrammen.)

38. Mästricht ($\varphi = 50^\circ 52'$, $\lambda = 5^\circ 40'$) I: $\alpha = 295^\circ$, $\delta = +10^\circ$; II: $\alpha = 335^\circ$, $\delta = +20^\circ$ („il a marché entre l'Aigle et Pégase“).

39. Virton ($\varphi = 49^\circ 33'$, $\lambda = 5^\circ 33'$) I: $\alpha = 28^\circ$, $\delta = +42^\circ$, Ng = 10° n. r., D = 6s,5 (I: γ Androm., Ng: „en obliquant un peu vers la droite“). (Advokat Bray.)

Geographische Lage und Höhe des Hemmungspunktes.

Zur Ermittlung der geographischen Lage des Hemmungspunktes wurden nur die genaueren, unter sich einigermassen zusammenstimmenden Angaben verwendet. Die graphische Eintragung der Richtungsangaben in eine Landkarte führte zur Auswahl der Azimuthangaben von Frankfurt, Homburg, Seligenstadt, Boppard, Heilbronn, Hofheim und Mainz. Diesen 7 Beobachtungen wurde gleiches Gewicht beigelegt und es folgte aus denselben durch Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate für die geographischen Coordinaten des Hemmungspunktes das Resultat:

$$\varphi = 50^\circ\, 13' \pm 1', \quad \lambda = 9^\circ\, 0' \pm 3'.$$

(Wetterau, nordöstlich von Hanau.)

Von einer Auffindung von Bruchstücken des Meteors habe ich bis jetzt nichts vernommen, doch scheint es nicht ausgeschlossen, dass vielleicht gelegentlich noch in der oben bezeichneten Gegend meteorische Massen aufgefunden werden könnten, welche von dem hier behandelten Meteor herrühren.

Für die Bestimmung der Höhe des Hemmungspunktes über der Erdoberfläche konnten nur die Beobachtungen aus Frankfurt, Homburg, Heilbronn und Winkel verwendet werden, da die von entfernteren Orten, wie Oythe u. a., schätzungsweise gemachten Höhenangaben sich als zweifellos viel zu hoch gegriffen erwiesen. Es ergab sich

für Frankfurt, einer scheinbaren Höhe von 50° entspr.,
als wahre Höhe . . . . 26,68 km

für Homburg, einer scheinbaren Höhe von 45° entspr.,
als wahre Höhe . . . . 22,36 „

für Heilbronn, einer scheinbaren Höhe von 12° entspr.,
als wahre Höhe . . . . 24,71 „

für Winkel, einer scheinbaren Höhe von 23° entspr.,
als wahre Höhe . . . . . , . . . 28,79 „

Ausserdem berechnet sich aus der von 7 Beobachtern abgeschätzten Zwischenzeit zwischen dem Zerplatzen des Meteors und dem Eintreffen der zugehörigen Schallwahrnehmung in Frankfurt die wahre Höhe des Hemmungspunktes zu 30,02 km.

Ich nahm als wahrscheinlichsten Werth das Mittel dieser fünf Bestimmungen und legte demnach für die weitere Rechnung zu Grunde:

Höhe des Hemmungspunktes = 26,51 km ± 2,08.

Radiationspunkt.

Nachdem die Lage des Hemmungspunktes ermittelt war, wurden auf Grund des gewonnenen Resultats die scheinbaren Coordinaten desselben für alle diejenigen Orte, an denen entweder noch ein zweiter Punkt oder die Neigung der Bahn beobachtet war, berechnet. Unter den so gewonnenen scheinbaren Bahnen wurden nun, indem dieselben in ein Kartennetz in centraler Projection eingetragen wurden, die zuverlässigeren und untereinander einigermassen zusammenstimmenden ausgewählt, während diejenigen Bahnen, welche zu grosse Abweichungen aufwiesen, von der Verwerthung zur definitiven Bestimmung des Radiationspunktes ausgeschlossen wurden. Die der Rechnung zu Grunde gelegten 18 scheinbaren Bahnen gibt die folgende Tabelle an, die ersten 10 Bahnen sind aus zwei Bahnpunkten abgeleitet, die folgenden 6 stützen sich auf Neigungsangaben und die beiden zuletzt angeführten Bahnen wurden durch Combination von beiderlei Angaben gewonnen. Die Beobachtungen in Seligenstadt, Virton und Homburg erhielten das Gewicht 2, die in Heilbronn das Gewicht 4, die übrigen Bahnen das Gewicht 1.

Zur Bestimmung des Radiationspunktes benutzte scheinbare Bahnen:

	I		II	
	α	δ	α	δ
Aschaffenburg . . .	255°	+ 35°	186°,9	+ 73°,5
Mülheim a. Rh. . . .	290°	+ 10°	8°,5	− 11°,9
Oberhausen	305°	− 5°	358°,4	− 19°,4
St. Wendel	10°	+ 60°	59°,7	+ 29°,6
Heilbronn	177°	+ 55°	141°,9	+ 51°,7
Seligenstadt	238°	0°	339°,8	+ 85°,7
Virton	28°	+ 42°	46°,6	+ 14°,7
Mästricht	295°	+ 10°	20°,4	− 6°,2
Boppard	308°	+ 8°	28°,4	+ 10°,2
Homburg	275°	+ 10°	8°,3	+ 30°,9
Reichenbach	234°,8	0°	233°,1	− 2°,1
Rossbach	224°,1	0°	226°,5	+ 3°,0
Wiesbaden	45°,8	0°	32°,1	+ 24°,8
Stromberg	33°,8	0°	44°,3	+ 25°,1
Schnabelweid	123°,0	0°	213°,0	+ 15°,9
Frankfurt	38°,1	0°	23°,8	+ 49°,1
Stuttgart	84°,4	0°	132°,8	+ 31°,4
Oythe	92°	0°	320°,6	− 32°,7

Aus diesen Bahnen ergibt sich als ihr, nach der Methode der kleinsten Quadrate gefundener, wahrscheinlichster Schnittpunkt der scheinbare Radiationspunkt in

$$\alpha = 247^{0},1 \pm 2^{0},4, \qquad \delta = + 15^{0},6 \pm 2^{0},7$$

(im Sternbilde des Hercules.)

Geschwindigkeit.

Die Ermittelung der Geschwindigkeit, mit welcher sich das Meteor innerhalb der Atmosphäre bewegte, konnte nur in ziemlich roher Weise geschehen, da sich die vorhandenen Dauerangaben nie auf ein bestimmtes Bahnstück, sondern stets auf das ganze Phänomen beziehen. Die verschiedenen Angaben über die scheinbare Länge der Bahn führen nun begreiflicher Weise zu sehr abweichenden Resultaten bezüglich der wahren Länge der Bahn, da viele Beobachter wegen zu späten Hinblickens offenbar nur einen Theil der vom Meteor zurückgelegten Bahn gesehen haben und die nachträgliche Abschätzung der ganzen Bahnlänge leicht sehr fehlerhaft ausfallen kann. Ich fand für die lineare Länge der Bahn folgende Werthe:

Aus der Beobachtung in	Mainz	45,2 km
„ „ „ „	Aschaffenburg .	56,5 „
„ „ „ „	Mülheim a. Rh.	248,5 „
„ „ „ „	Oberhausen . .	134,9 „
„ „ „ „	Winkel . . .	38,9 „
„ „ „ „	Heilbronn . .	48,0 „
„ „ „ „	Stuttgart . . .	91,4 „
„ „ „ „	Homburg . . .	42,3 „
„ „ „ „	Neuwied . . .	176,2 „
„ „ „ „	Coblenz . . .	81,2 „
„ „ „ „	Darmstadt . .	24,7 „
„ „ „ „	Heddernheim .	168,2 „
„ „ „ „	Pompey . . .	216,5 „
	im Mittel:	105,8 km ± 50,7 km.

Was nun die Dauer betrifft, so schloss ich alle Angaben, welche 10^{s} übersteigen, aus, da erfahrungsmässig viele ungeübte Personen die Dauer eines derartigen Phänomens in hohem Maasse zu überschätzen pflegen. Aus den 14 Dauerschätzungen unter 10^{s} folgte dann für die Dauer:

$$D = 5^{s},6 \pm 1^{s},0.$$

Die Division der oben gefundenen linearen Länge durch diese Dauer liefert nun als geocentrische Geschwindigkeit den Werth:

$$c = 18,9 \text{ km} \pm 9,7 \text{ km}.$$

Aus der oben ermittelten linearen Länge der Bahn würde folgen, dass das Meteor durchschnittlich zuerst etwa über Bingen in einer Höhe

von 81 km, an einzelnen Orten (z. B. Mülheim a. Rh., Pompey, Neuwied) indessen sicherlich schon viel früher und in grösserer Höhe wahrgenommen wurde. Die Bewegung verlief im Azimuth von 258°,3 und war gegen die Erdoberfläche unter einem Winkel von 29°,8 geneigt.

Gestalt, Grösse und Lichtentwicklung der Feuerkugel, Schweif, Schallwahrnehmungen.

Bei der grossen Zahl von Mittheilungen, welche ausführlich bei einer Beschreibung des Aussehens der Erscheinung verweilen, ist an Angaben über die in der Ueberschrift genannten Verhältnisse kein Mangel, doch finden sich unter denselben mancherlei Widersprüche, welche beweisen, wie unvollkommen bei den meisten Menschen die Wahrnehmung eines überraschenden, glänzenden Phänomens ausfällt, und wie leicht die Phantasie nachträglich zu einer unbewussten Entstellung der Thatsachen verleiten kann. Ich beschränke mich hier auf eine summarische Wiedergabe dessen, was sich durch übereinstimmende Berichte von verschiedenen Seiten als thatsächlich herausschälen liess.

Die Gestalt der Feuerkugel war, wie gewöhnlich, eine längliche, sie wird u. a. als „birnförmig“, „eiförmig“, „von der Gestalt eines Fisches“ bezeichnet. Der letzte dieser Vergleiche deutet auf eine, auch von verschiedenen anderen Beobachtern ausdrücklich hervorgehobene Zuspitzung der Feuerkugel auf der Vorderseite, was sonst nicht gewöhnlich ist.

Brauchbare, d. h. etwa durch Vergleich mit Sonne und Mond gewonnene Grössenschätzungen sind nur sehr wenige vorhanden, dafür aber um so mehr Angaben nach Metern, Kegelkugeln etc., für deren Reduktion auf Bogenmaass leider bisher noch keine psychologischen Experimente zu Grunde gelegt werden können. Herr Wallau (Mainz) nennt das Meteor ¼ Mondscheibe gross, Herr Premier-Lieutenant Syffert (Aschaffenburg) gibt ½ Vollmondgrösse an und Herr Dr. Scriba (Ingelheim) hielt es sogar für „viel grösser als der Mond“. Jedenfalls hat sonach die Feuerkugel einen nicht unbeträchtlichen Durchmesser besessen, was auch aus der grossen Helligkeit hervorgeht, die sie verbreitete, und die die Landschaft wie mit elektrischem Lichte übergoss.

Unter den sehr mannigfachen Angaben über die Farbe des Meteors kehrt am häufigsten die Bezeichnung „hellblau“ wieder. Nach einigen Beobachtern soll die Farbe, ebenso wie die Helligkeit, mehrfach gewechselt haben. Durch dieses wiederholte Aufflammen dürfte ein Theil der Beobachter zu der Meinung verleitet worden sein, dass die Bewegung stossweise erfolgte; denn die Mehrzahl bezeichnet doch die Bewegung als gleichförmig oder höchstens allmählich etwas

verlangsamt und es wäre auch nicht recht erklärlich, wie eine stossweise Bewegung zu Stande kommen könnte. Ganz in der gleichen Weise hat übrigens Herr Prof. v. Niessl die analogen Wahrnehmungen bei dem Meteor vom 22. April 1888 gedeutet.

Am Hemmungspunkte fand eine Auflösung des Meteors in mehrere (nach einigen 3—4, nach anderen sogar bis 8) roth glühende Theile statt, die senkrecht zur Erde herabfielen, aber im Fluge sehr bald erloschen. Diese Erscheinung ist völlig regulär und wird bei ziemlich allen Meteoren beobachtet. Erwähnenswerth ist aber die von den Herren Schwartz (Worms) und Soreth (Heddernheim) ganz übereinstimmend berichtete und auch durch Zeichnungen veranschaulichte Wahrnehmung, dass schon einige Zeit vor dem endgültigen Zerplatzen eine Theilung in zwei leuchtende Massen eintrat, die hinter einander herzogen und durch eine Lichtbrücke verbunden waren. Vermuthlich meint auch Herr Wallau (Mainz) dasselbe, wenn er die Gestalt des Meteors als „eine Art Doppelkugel" bezeichnet. Endlich hat Herr Huth (Wiesbaden) bemerkt, dass links von der Kugel, mehr nach dem Schweif zu, zwei Punkte, ein grösserer zackiger und ein kleiner runder, mitflogen, welche in nur rothglühender Farbe bedeutend gegen das eigentliche Meteor abstachen.

An einer Reihe von Orten, die vom Hemmungspunkt nicht allzuweit entfernt waren, vor allem in Frankfurt, wurde einige Minuten nach dem Zerplatzen des Meteors die zugehörige Detonation gehört. Herr Lieutenant Syffert (Aschaffenburg) beschreibt seine Schallwahrnehmung mit folgenden Worten: „Nach 90—100^s hörte ich einen schweren Donner, genau wie beim gewöhnlichen Donner: rollend, einige Male stärker, dann wieder allmählich schwächer werdend, um nach einigen Sekunden wieder deutlicher vernehmbar zu werden. Auffallend lang war das Anhalten des Donners, ich zählte im Sekundentempo bis 50."

Merkwürdig ist, dass ähnlich wie in früheren Fällen auch bei dieser Meteorerscheinung wieder von verschiedenen Seiten ein vermeintliches Zischen während des Leuchtens erwähnt wird, das offenbar nur auf Täuschung beruhen kann, da doch der Schall mindestens etwa eine Minute gebraucht, um aus der Höhe, in welcher der Lauf des Meteors stattfindet, bis zur Erdoberfläche zu gelangen. Die Gewohnheit, bei Feuerwerkserscheinungen (etwa beim Aufsteigen einer Rakete) Zischgeräusche zu hören, mag bei Vielen zu einer so starken unwillkürlichen Ideenassociation zwischen derartigen Lichterscheinungen und den entsprechenden Geräuschen führen, dass der Eintritt der einen Wahrnehmung zur Hallucination der anderen führt. Herr Grombacher (Heilbronn) bezeichnet seine diesbezügliche Wahrnehmung mit dem charakteristischen Vergleich: „Wie wenn man ein F ausspricht." Unerklärlich sind freilich bei der hier vertretenen Auffassung dieser Wahrnehmungen die Angaben von Herrn Reichen-

berg (Frankfurt) und Anklein (Frankfurt), sofern diese behaupten, erst durch das Zischen, resp. einen dumpfen Knall auf das Meteor aufmerksam gemacht worden zu sein. Aehnliche Behauptungen sind bereits mehrfach auch bei anderen Meteorerscheinungen aufgetreten und es verdienen dieselben mindestens vom psychologischen Gesichtspunkte aus einige Beachtung.

Wie leicht übrigens bei solchen Beobachtungen auch andere Illusionen entstehen, beweist der Umstand, dass der Gewährsmann des „Rheinischen Kurier“ in Wiesbaden deutlich eine Erwärmung an Gesicht und Händen empfunden haben will, wie wenn man nahe bei glühendem Eisen vorüber geht.

Was endlich den Schweif betrifft, welchen das Meteor nach sich zog, so hatte derselbe eine gelb-röthliche Färbung, war unmittelbar hinter der Feuerkugel am schmalsten und breitete sich von da ab „garbenförmig“ aus. Nach vielen Berichten hat der Schweif aus einzelnen, nicht zusammenhängenden Funken bestanden; andere Berichte allerdings betonen gerade im Gegentheil den ununterbrochenen Verlauf des Schweifes. Es ist mir nicht möglich, diesen allerdings belanglosen Widerspruch zu lösen oder auch nur zu sagen, welche Wahrnehmungen die richtigen sein mögen.

Von einer länger anhaltenden Sichtbarkeitsdauer des Schweifes wird in keinem der eingelaufenen Berichte etwas erwähnt, derselbe scheint sich also bald nach dem Verlöschen des Meteors ebenfalls spurlos aufgelöst zu haben.

Kosmische Verhältnisse.

Wegen der grossen Unsicherheit, welche der oben ausgeführten Ermittlung der geocentrischen Geschwindigkeit anhaftet, sind auch die Resultate der Berechnung der kosmischen Bahn nur sehr unsichere, sodass auf sie keine weitergehenden Schlüsse gegründet werden dürfen.

Die von der Erdstörung befreite geocentrische Geschwindigkeit ergab sich zu 15,3 km und die durch die Anziehungswirkung der Erde erzeugte sog. Zenithattraction des Radianten betrug wegen dieser langsamen relativen Bewegung nicht weniger als 7°,0, sodass der von Zenithattraction befreite scheinbare Radiant in $\alpha = 242°,5$, $\delta = +10°,2$ liegt.

Unter Berücksichtigung der gleichzeitigen Bewegung der Erde findet sich nun für den wahren Radianten, d. h. den Punkt am Himmel, nach welchem die Tangente der Meteorbahn zeigt:

$$\lambda = 276°,3, \quad \beta = +11°,1.$$

Die heliocentrische Geschwindigkeit des Meteors aber ergibt sich gleich 39,8 km pro Sekunde, also 1,34 mal so gross, als die mittlere Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn. Diese Geschwindigkeit entspricht noch einer parabelähnlichen Ellipse, während sonst in der

Regel grössere, auf hyperbolische Bahnen leitende Geschwindigkeiten für helle Meteore gefunden wurden. Die Ungenauigkeit der Geschwindigkeitsbestimmung im vorliegenden Falle lässt es aber durchaus nicht ausgeschlossen, sondern sogar wahrscheinlich erscheinen, dass auch unser Meteor sich in Wirklichkeit in einer Hyperbel um die Sonne bewegt hat. Hält man z. B. die oben angegebenen grösseren Werthe für die lineare Länge der Bahn für besser mit der Dauerangabe des ganzen Phaenomens zusammengehörig, dann kommt man auf $1\frac{1}{2}$- bis 2-mal so grosse Werthe der Geschwindigkeit, denen ausgesprochen hyperbolische kosmische Bahnen entsprechen würden.

Bleibt man indessen bei der parabolischen Geschwindigkeit von 39,8 km. stehen, so ergeben sich rechnungsmässig daraus folgende Bahnelemente:

$$\lg a = 0{,}6938,$$
$$i = 11^\circ{,}7,$$
$$\Omega = 201^\circ{,}4,$$
$$\pi = 348^\circ{,}3,$$
$$e = 0{,}813.$$
$$T = 1890,\ \text{Sept. } 20{,}9.$$

Meteorologische Arbeiten.

Das meteorologische Comité bestand im Jahre 1889/90 aus den Herren G. Bansa, Dr. P. Bode, Prof. Dr. G. Krebs, Dr. K. Lorey, Baron A. v. Reinach, Sanitätsrath Dr. A. Spiess, Stadtgärtner Andreas Weber, Oberlehrer Dr. Ed. Weber und Dr. Jul. Ziegler; Letzterer führte den Vorsitz. An Stelle des leider verstorbenen Herrn Dr. med. Karl Lorey trat Herr Dr. med. A. Libbertz in den Ausschuss.

Die astronomischen Beobachtungen auf dem Paulsthurm zur Zeitbestimmung wurden von Herrn Prof. Krebs unter Assistenz des Herrn Gustav Schlesicky ausgeführt.

Von Herrn Stadtgeometer C. Künkler wurde die Meereshöhe der Station im neuen Institut gemessen und für den Nullpunkt des Gefässheberbarometers N° 34 108·70 m ermittelt; eine Nachmessung für den Nullpunkt des Gefässheberbarometers N° 92 ergab 103·45 m, was mit der bisher (nach Messung von Dr. Ziegler) angenommenen Höhe (103·5 m) übereinstimmt. Für beide Barometer hat Herr Prof. Krebs neue Tabellen zur Reduktion auf Meereshöhe berechnet, nach welchen Herr Perlenfein zwei ausführliche Berechnungstabellen für den täglichen Gebrauch angefertigt hat.

Die in Uebereinstimmung mit dem kgl. Preussischen Meteorologischen Institut angestellten laufenden und die Termin-Beobachtungen um 6, 2 und 10 Uhr wurden von Herrn Stiftsgärtner G. Perlenfein ausgeführt, zusammengestellt und berechnet. Die Ergebnisse gelangten monatlich zur Einsendung nach Berlin, sowie zur Drucklegung für den Jahresbericht und unmittelbare Verwendung.

Derselbe stellte auch die internationalen Simultanbeobachtungen um 12^h 35p an, deren Ergebnisse monatweise an die D. Seewarte beziehungsweise nach Washington gesandt wurden.

Ebenso die für die Zeitungen bestimmten 8^ha-Beobachtungen.

Die Beobachtungen an den selbstaufzeichnenden Apparaten wurden gleichfalls von Herrn Perlenfein ausgeführt und deren hauptsächlichste Ergebnisse ausgerechnet einerseits für die täglichen Berichte in den Zeitungen, andererseits zur Verwendung bei Aufstellung der täglichen Wettervorhersagungen durch Herrn Prof. Krebs.

Auch kamen die täglichen Wetterberichte und -Karten der Seewarte zur allgemeinen Kenntnissnahme durch öffentliche Aushängung an der Senckenbergischen Bibliothek.

Die Grundwasser-Beobachtungen wurden noch an 4 Stellen weitergeführt, die des Mainwassers durch Herren G. Bansa und F. Leonhardt, die der Schnee-Höhe und -Decke von Herrn Dr. Ziegler angestellt. Letzterer lieferte auch die phänologischen Aufzeichnungen.

Die Niederschlags-Beobachtungen in der Umgegend von Frankfurt wurden ohne grössere Veränderungen an 34 Stationen mit dem besten Erfolge fortgesetzt. Allen Betheiligten gebührt für ihre eifrige Thätigkeit der Dank des Vereins.

Leider ging jedoch das Ergebniss des Glycerin-Regenmessers auf dem Feldberg im Winter 1889/90 verloren, da der Auffangbehälter von böswilliger Hand gewaltsam geöffnet und sein Inhalt entleert wurde.

Der selbstaufzeichnende Regenmesser in der Börnestrasse wurde mit Verlegung des Lagerplatzes nach der Ostendstrasse ebendorthin versetzt. Häufige Reparaturen an dem Apparat vereitelten leider die regelmässige Aufzeichnung. Auch der Apparat der Pumpstation am Oberforsthaus bedurfte in den letzten Monaten der Reparatur; ausserdem erkrankte der dortige Beobachter.

Niederschlagsbeobachtungen in der Umgebung von Frankfurt am Main im Jahre 1890.

Monats- und Jahressummen.

Wasserhöhe in Millimetern.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Falkenstein im Taunus. Heilanstalt. 8° 29′ ö. L. v. Gr., 50° 11′ n. Br., 410 m. Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Dr. **Meissen** und Dr. **Blumenfeld.**												
107·9	(0·0)	38·0	55·2	18·5	68·7	126·6	60·2	1·9	78·7	(19·5)	(0·0)	[575·2]
Gr. Feldberg im Taunus. 8° 28′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 880 m. Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Gastwirth **J. G. Ungeheuer.**												
28·6	0·0	35·9	66·4	65·5	59·4	141·6	63·0	0·5	61·2	125·4	65·1	712·6
Fischborn am Vogelsberg. 9° 18′ ö. L. v. Gr., 50° 23′ n. Br., 343 m. Hellmann'scher Regenmesser M. 1886, 1·5 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**												
171·2	2·2	32·7	62·6	57·8	65·4	128·3	122·3	2·2	104·2	128·7	5·4	883·0
Flörsheim (Raunheim) am Main. Kanalschleuse II. 8° 27′ ö. L. v. Gr., 50° 1′ n. Br., 90 m. Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·00 m. Beobachter: Schleusen- und Wehrmeister **Schüllbe.**												
58·0	0·5	21·9	37·5	31·8	55·1	103·1	64·6	3·7	56·1	54·0	0·0	486·3
Frankfurt am Main. Botanischer Garten. 8° 41′ ö. L. v. Gr., 50° 7′ n. Br., 102 m. Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Stiftsgärtner **G. Perlenfein.**												
88·5	1·4	20·6	45·1	67·0	51·4	106·4	92·7	0·7	66·7	56·3	1·1	597·9

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

Frankfurt am Main.

Hochbehälter der Wasserleitung an der **Friedberger Warte.**

8° 42′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., 146 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

66·7	1·0	14·8	33·8	75·5	64·3	84·6	73·6	0·5	53·3	46·2	(0·0)	514·3

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

79·9	1·0	18·1	41·7	81·5	66·5	109·6	92·7	0·5	69·7	59·9	1·9	623·0

Frankfurt am Main.

Lagerplatz des Tiefbauamtes an der **Gutleutstrasse.**

8° 40′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 97 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

71·4	2·0	9·6	35·9	44·3	46·7	83·1	81·5	0·2	52·6	41·9	0·4	469·1

Frankfurt am Main.

Kanalschleuse V. **bei Niederrad.**

8° 39′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 97 m.

Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·45 m. Beobachter: Schleusenmeister **Kerschke.**

63·3	1·3	12·6	35·8	33·4	42·4	88·8	84·3	0·8	48·5	39·9	0·8	451·9

Frankfurt am Main.

Pumpstation der Grundwasserleitung am **Ober-Forsthaus.**

8° 39′ ö. L. v. Gr., 50° 4′ n. Br., 103 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

75·6	0·5	13·9	41·3	43·2	53·1	102·0	62·8	. . .	. . .	. . .	. . .	[392·4]

***Friedberg** an der Usa.*

Burg.

8° 45′ ö. L. v. Gr., 50° 21′ n. Br., 160 m.

Regenmesser 1·5 m. Beobachter: Seminarlehrer Dr. **Heid.**

80·1	1·1	17·9	41·4	35·1	45·0	72·1	59·2	0·7	49·8	58·4	0·3	461·1

Gassen an der Bieber, im Spessart.

9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 10′ n. Br., 203 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Link.**

160·2	1·6	33·2	52·4	59·2	85·2	107·1	117·2	0·4	106·0	97·4	4·1	824·0

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

***Gelnhausen** an der Kinzig.*

9° 11′ ö. L. v. Gr., 50° 12′ n. Br., 139 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

105·9	1·3	22·8	51·3	54·5	82·5	109·3	77·2	0·3	76·6	75·2	2·2	659·1

***Herchenhain** auf dem Vogelsberg.*

9° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 29′ n. Br., 638 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·5 m. Beobachter: Bürgermeister **Seb. Weidner.**

148·6	2·3	47·9	85·1	62·3	77·6	144·4	132·1	8·3	102·5	155·2	8·9	975·2

***Höchst** am Main.*

Kanalschleuse IV.

8° 33′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 94 m.

Regenmesser, M. d. Seew., 2·55 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Seltenheim.**

75·0	0·9	18·8	35·7	66·1	55·0	99·6	84·3	2·6	52·6	47·8	1·2	539·6

***Homburg v. d. H.** im Taunus.*

8° 37′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 155 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Brunnenmeister **Johs. Landvogt.**

107·6	1·5	22·0	64·6	34·5	58·0	93·3	82·5	5·9	79·5	82·9	2·4	634·7

***Idstein** an der Wörsbach, im Taunus.*

8° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 13′ n. Br., 275 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Ingenieur **Karl Wagener.**

75·4	2·0	30·6	46·9	49·7	56·3	94·3	48·5	2·7	72·0	92·0	3·2	573·6

***Kassel-Grund** im Spessart.*

9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 11′ n. Br., 310 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·5 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

144·7	1·4	37·7	58·2	62·5	80·7	137·4	114·8	0·6	113·0	117·3	4·9	873·2

***Kostheim (Bischofsheim)** am Main.*

Kanalschleuse I.

8° 19′ ö. L. v. Gr., 50° 0′ n. Br., 88 m.

Regenmesser, M. d. Seewarte, 1·78 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Gottschalk.**

59·3	1·0	17·8	31·2	29·1	62·9	93·3	78·3	7·8	47·6	49·0	0·3	477·6

***Mainz** am Rhein.*

8° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 0′ n. Br., 85 m.

Regenmesser, Münchener M., 1·5 m. Beobachter: Pr.-L. **W. v. Reichenau.**

56·7	1·1	21·4	30·4	25·4	54·3	108·0	88·5	5·3	45·9	53·8	1·6	492·4

Neuweilnau an der Weil, im Taunus.

8° 24′ ö. L. v. Gr., 50° 19′ n. Br., 350 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: **Aug. Henrici.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
222·2	1·6	70·2	86·3	107·7	100·8	175·8	109·0	7·8	139·9	131·6	4·0	1156·9

Obermüller an der Bieber, im Spessart.

9° 23′ ö. L. v. Gr., 50° 9′ n. Br., 319 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·50 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
171·9	3·5	34·4	63·7	73·2	83·6	130·8	134·7	0·5	115·2	120·0	7·0	938·5

Ober-Reifenberg im Taunus.

8° 26′ ö. L. v. Gr., 50° 15′ n. Br., 600 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Kgl. Förster **A. Ubach.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
38·7	0·8	35·1	77·4	70·3	52·1	107·3	73·4	0·0	100·3	118·4	6·4	680·2

Okriftel (Kelsterbach) am Main.

Kanalschleuse III.

8° 31′ ö. L. v. Gr., 50° 3′ n. Br., 106 m.

Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·63 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Harwardt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
71·4	1·1	23·3	30·9	30·9	54·0	100·7	73·3	3·5	59·7	64·6	1·1	514·5

Orb im Spessart.

9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 181 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·1 m. Beobachter: **Karl Seese.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
148·3	1·3	35·4	58·3	52·2	74·3	123·8	102·4	2·0	103·1	99·6	5·2	805·9

Saalburg bei Homburg im Taunus.

Forsthaus.

8° 34′ ö. L. v. Gr., 50° 16′ n. Br., 418 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1 m. Beobachter: **W. Burkhardt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
129·7	2·8	37·4	78·9	60·0	50·2	125·0	71·3	7·9	98·5	130·7	4·9	797·3

Salz am Vogelsberg.

9° 22′ ö. L. v. Gr., 50° 26′ n. Br., 385 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Bürgermeister **Muth.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
179·7	1·0	45·7	69·5	52·1	70·6	116·1	94·5	2·5	118·8	168·7	7·3	926·5

Schlierbach an der Bracht, am Vogelsberg.

9° 18′ ö. L. v. Gr., 50° 18′ n. Br., 161 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·05 m. Beobachter: **Wörner.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
157·4	0·6	39·7	72·0	53·2	57·0	120·6	124·3	0·4	117·9	137·1	4·9	885·1

Schmitten an der Weil, im Taunus.

8° 27′ ö. L. v. Gr., 50° 16′ n. Br., 450 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1·35 m. Beobachter: Lehrer **Fr. Reinhard.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
114·9	6·5	39·4	65·0	54·2	65·9	110·0	67·1	0·5	90·8	122·0	2·5	738·8

Soden am Taunus.

8° 30′ ö. L. v. Gr., 50° 9′ n. Br., (150) m.

Dove'scher Regenmesser 2 m. Beobachter: Lehrer **K. Presber.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
127·6	0·6	33·2	50·1	40·0	63·3	145·3	53·6	11·1	82·0	86·2	1·0	694·0

Staufen im Taunus.

Villa v. Reinach.

8° 25′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., 405 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Förster **W. Horn.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
92·0	3·0	37·7	53·1	37·1	56·6	119·3	72·5	4·5	71·6	98·1	1·7	647·2

Treisberg im Taunus.

8° 26′ ö. L. v. Gr., 50° 18′ n. Br., 550 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1·6 m. Beobachter: Lehrer **Ph. Müller.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
99·8	3·4	31·3	67·3	60·7	35·6	110·9	56·2	5·2	83·6	133·1	4·2	691·3

Wiesbaden am Taunus.

8° 13′ ö. L. v. Gr., 50° 5′ n. Br., 111 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Konservator **August Römer.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
87·3	1·5	32·8	55·6	25·9	53·8	96·6	72·2	11·3	68·9	90·1	2·3	598·3

Wirtheim an der Kinzig.

9° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 13′ n. Br., 135 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·25 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
142·0	0·8	34·5	68·0	55·7	85·3	145·8	93·8	0·1	98·1	108·4	3·5	836·0

Vegetationszeiten in Frankfurt am Main

beobachtet von Dr. Julius Ziegler im Jahre 1890.

Bo. s. = Blattoberfläche sichtbar; *e. Bth.* = erste Blüthe offen; *Vbth.* = Vollblüthe, über die Hälfte der Blüthen offen; *e. Fr.* = erste Frucht reif; *a. Fr.* = allgemeine Fruchtreife, über die Hälfte der Früchte reif; *a. Lbv.* = allgemeine Laubverfärbung, über die Hälfte der Blätter verfärbt; *a. Lbf.* = allgemeiner Laubfall, über die Hälfte der Blätter abgefallen. Die eingeklammerten Angaben sind nur annähernd genau. Die zur Vergleichung dienenden Mittel sind aus den 24 Jahren 1867 bis 1890 berechnet. ⌣ bedeutet Frostdruck.

Monat	Tag	Name der Pflanze	Vegetations-Stufe	Abweichung vom Mittel. Tage voraus	zurück
Januar	16	Corylus Avellana, Haselnuss	*e. Bth.*	17	. .
Februar	26	Galanthus nivalis, Schneeglöckchen . . .	*e. Bth.*	. .	1
März	1	Leucojum vernum, Frühlingsknotenblume	*e. Bth.*	2	. .
	(8)	Crocus luteus, gelber Safran	*e. Bth.*	. .	(3)
	18	Cornus mas, gelber Hartriegel	*e. Bth.*	. .	5
	23	Anemone nemorosa, Windröschen	*e. Bth.*	1	. .
	31	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*Bo. s.*	4	. .
	31	Ribes rubrum, Johannisbeere	*e. Bth.*	7	. .
April	1	Prunus Armeniaca, Aprikose	*e. Bth.*	4	. .
	5	Prunus avium, Süsskirsche	*e. Bth.*	6	. .
	6	Persica vulgaris, Pfirsich	*e. Bth.*	8	. .
	7	Prunus spinosa, Schlehe	*e. Bth.*	5	. .
	8	Pyrus communis, Birne	*e. Bth.*	8	. .
	10	Ribes rubrum, Johannisbeere	*Vbth.*	7	. .
	15	Prunus avium, Süsskirsche	*Vbth.*	4	. .
	17	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . . .	*Bo. s.*	4	. .
	17	Persica vulgaris, Pfirsich	*Vbth.*	4	. .
	21	Pyrus communis, Birne	*Vbth.*	4	. .
	24	Pyrus Malus, Apfel	*e. Bth.*	0	0
	(25)	Vitis vinifera, Weinrebe	*Bo. s.*	(0)	(0)
	28	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*e. Bth.*	0	0
	28	Syringa vulgaris, Syringe	*e. Bth.*	0	0
Mai	4	Pyrus Malus, Apfel	*Vbth.*	3	. .
	7	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*Vbth.*	3	. .
	8	Syringa vulgaris, Syringe	*Vbth.*	2	. .
	15	Sambucus nigra, Hollunder	*e. Bth.*	7	. .

Monat	Tag	Name der Pflanze	Vegetations-Stufe	Abweichung vom Mittel. Tage voraus	zurück
Mai	(21)	Atropa Belladonna, Tollkirsche	e. Bth.	(6)	..
	31	Prunus avium, Süsskirsche	e. Fr.	9	..
Juni	2	Sambucus nigra, Hollunder	Vbth.	8	..
	(10)	Vitis vinifera, Weinrebe	e. Bth.	(4)	..
	14	Ribes rubrum, Johannisbeere	e. Fr.	3	..
	15	Castanea vesca, zahme Kastanie	e. Bth.	4	..
	20	Lilium candidum, weisse Lilie	e. Bth.	4	..
	20	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde	e. Bth.	3	..
	(21)	Vitis vinifera, Weinrebe	Vbth.	(5)	..
	25	Lilium candidum, weisse Lilie	Vbth.	6	..
	25	Ribes rubrum, Johannisbeere	a. Fr.	6	..
	(25)	Prunus avium, Süsskirsche	a. Fr.	(1)	..
	(26)	Castanea vesca, zahme Kastanie	Vbth.	(1)	..
	28	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde	Vbth.	3	..
Juli	6	Catalpa syringaefolia, Trompetenbaum	e. Bth.	..	3
	(13)	Atropa Belladonna, Tollkirsche	e. Fr	(7)	..
	16	Catalpa syringaefolia, Trompetenbaum	Vbth.	..	3
	(16)	Prenanthes purpurea, Hasenlattich	e. Bth.	..	(5)
August	1	Sambucus nigra, Hollunder	e. Fr.	4	..
	(18)	Aster Amellus, Sternblume	e. Bth.	..	(6)
	(21)	Colchicum autumnale, Herbstzeitlose	e. Bth.	(7)	..
	(25)	Sambucus nigra, Hollunder	a. Fr.	(2)	..
Septbr.	4	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	e. Fr.	9	..
	(6)	Colchicum autumnale, Herbstzeitlose	Vbth.	(5)	..
	(15)	Vitis vinifera, Weinrebe	e. Fr.	..	(13)
	18	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	a. Fr.	9	..
Oktbr.	(15)	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde	a. Lbv.	(2)	..
	17	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	a. Lbv.	1	..
	(21)	Vitis vinifera, Weinrebe	a. Lbv.	..	(1)
	(22)	Vitis vinifera, Weinrebe	a. Fr.	..	(3)
	(24)	Prunus avium, Süsskirsche	a. Lbv.	..	(1)
	29	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	a. Lbf.	1	..

Tabelle der Grundwasser-Schwankungen in Frankfurt am Main im Jahre 1890.

Höhe des Wasserstandes über dem Nullpunkt des Mainpegels in Centimetern.

Ort der Brunnen	Gutleutstrasse 204 (Südlich.) *Dir. Schiele.*	Gutleutstrasse 204 (Nördlich.) *Dir. Schiele.*	Stiftstr. 30 Bürgerhosp. *Hspm. Reichard.*	Feldstrasse 8. *Dr. Julius Ziegler.*
Höhe des Terrains über dem Nullpunkt des Mainpegels.	593	642	1121	1292
Höhe der Sohle des Brunnens über dem Nullpunkt des Mainpegels.	—144	—301	—16	+905
6. Januar	79	**84**	560	Brunnen leer, tiefer gemacht.
13. „	77	85	561	
20. „	**76**	87	563	
27. „	79	90	574	
3. Februar	87	95	577	
10. „	95	101	580	**912**
17. „	103	105	578	918
24. „	107	109	573	923
3. März	110	110	574	925
10. „	110	110	573	923
17. „	111	**118**	570	**927**
24. „	109	112	566	923
31. „	107	111	560	921
7. April	110	111	561	918
14. „	111	110	564	917
21. „	108	107	**559**	913
28. „	110	106	**559**	**912**
5. Mai	111	106	560	
12. „	. . .	107	567	
19. „	111	106	573	

9. „	111	104	572	Brunnen leer.
16. „	110	103	569	
23. „	110	103	567	
30. „	110	103	571	
7. Juli	109	101	571	
14. „	111	104	580	
21. „	112	105	588	
28. „	113	107	590	
4. August	113	108	586	
11. „	114	109	589	
18. „	114	110	**594**	
25. „	**115**	110	**594**	
1. September	114	109	590	
8. „	113	108	587	
15. „	112	108	585	
22. „	111	106	583	
29. „	109	104	580	
6. Oktober	107	101	577	
13. „	105	99	572	
20. „	104	98	575	
27. „	106	97	574	
3. November	106	96	572	
10. „	105	95	570	
17. „	104	93	562	
24. „	111	96	566	
1. December	109	96	565	
8. „	109	97	568	
15. „	108	99	568	
22. „	105	99	568	
29. „	102	99	564	
Grösste Differenz im ganzen Jahre	39	29	35	(15)

Jahres-Uebersicht

der meteorologischen Beobachtungen zu Frankfurt am Main 1890.

Mittlerer Luftdruck		752·6 mm
Höchster beobachteter Luftdruck	am 7. Januar	770·7 „
Niedrigster „ „	„ 23. „	726·3 „
Mittlere Lufttemperatur		8·9 ° C.
Höchste beobachtete Lufttemperatur	am 15. Juli	31·4 „
Niedrigste „ „	„ 30. December	—15·2 „
Höchstes Tagesmittel der Lufttemperatur	am 16. Juli u. 18. Aug.	23·1 „
Niedrigstes „ „ „	„ 30. December	—10·3 „
Mittlere absolute Feuchtigkeit		6·1 mm
„ relative „		76 %
Höhensumme der atmosphärischen Niederschläge		597·9 mm
Mittlerer Wasserstand des Mains		125 cm
Höchster „ „ „	am 28. Januar	394 „
Niedrigster „ „ „	„ 29. December	0 „
Zahl der Tage mit Niederschlag		183
„ „ „ „ Regen		168
„ „ „ „ Schnee		21
„ „ „ „ Hagel		2
„ „ „ „ Thau		56
„ „ „ „ Reif		50
„ „ „ „ Nebel		26
„ „ „ „ Gewitter		22
„ „ „ „ Sturm		14
„ „ beobachteten *) N-Winde		100
„ „ „ NE „		179
„ „ „ E „		122
„ „ „ SE „		19
„ „ „ S „		91
„ „ „ SW „		334
„ „ „ W „		85
„ „ „ NW „		41
„ „ „ Windstillen		124
Mittlere Windstärke (0 bis 6)		1·1

*) Drei Beobachtungen täglich.

Berichtigung.

Die Niederschlagssumme des November 1890 beträgt nicht 30·1 (= Summe der 3. Decade), wie in der Monatstabelle angegeben ist, sondern 56·3 mm.

Inhalt.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Met
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Met
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Met

	Schneehöhe 9 h a	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains	Anmerkungen
	cm		cm	
...	...	...	76	
...	...	...	56	
...	...	...	56	
...	...	...	56	
...	...	...	50	
...	...	...	44	
...	...	...	44	
...	...	...	46	
...	...	...	110	Nadelwehr aufgestellt.
...	...	...	125	
...	...	...	130	
...	...	...	130	
...	...	...	132	
...	...	...	132	
...	...	...	140	
...	...	...	140	
...	...	...	142	
...	...	...	140	
9¾ - 10 p.	...	...	140	
¾ p.	...	...	141	
...	...	...	146	
1¼ - 5½ p.	...	...	146	⇀ 9 a - 4 p.
½, 5¾ - 6 p.	...	...	150	⇀ 1-12 p <[2] 6¼-7 p. Nadelwehr umgelegt
...	...	...	234	⇀ n.
...	...	...	334	
...	...	...	318	
...	...	...	360	⇀ 1 a - 3 p.
...	...	...	394	
¾ a - 2¼ p.	...	...	360	
...	...	...	334	
...	(1)	...	318	
	...	0 Tage.	165 Mittel.	

de
12 Mal
42 „
6 „
5 „
10 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
1 - 5. Jan.	—1·1
6 - 10. „	2·2
11 - 15. „	5·0
16 - 20. „	5.1
21 - 25. „	5·1
26 - 30. „	4·7

Höchste beobachtete Schneedecke	(1) cm am 3
Höchster Wasserstand des Mains	394 cm am 2
Niedrigster Wasserstand des Mains	44 cm. am 6. u. 7

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau, 103·4 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Schneehöhe 9h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
...	...	286	. . . .	1
...	...	244	. . . .	2
...	...	206	. . . .	3
...	..	163	. . . .	4
...	...	142	. . . .	5
...	...	124	. . . .	6
...	...	112	. . . .	7
...	...	90	. . . .	8
...	...	90	. . . .	9
...	...	88	. . . .	10
...	...	84	. . . .	11
...	...	78	. . . .	12
...	...	118	Nadelwehr aufgestellt.	13
...	...	128	. . . .	14
...	...	128	. . . .	15
...	...	134	. . . .	16
...	...	130	. . . .	17
...	...	128	. . . .	18
...	...	128	. . . .	19
...	...	129	. . . .	20
...	...	132	. . . .	21
...	...	128	. . . .	22
...	...	124	. . . .	23
...	...	124	. . . .	24
...	...	128	. . . .	25
...	...	126	. . . .	26
...	...	130	. . . .	27
0	...	128	. . . .	28
Monatsmittel: ...	0 Tag.	134 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Jan. 31 – 4. Febr.	−1·9
5 – 9 „	−1·5
10 – 14. „	0·1
15 – 19. „	1·8
20 – 24. „	0·4
25 – 1. März	−1·5

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	286 cm. am 1.
Niedrigster Wasserstand des Mains	78 cm. am 12.

U

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9h a	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains	Anmerkungen	Datum
	cm		cm		
. . .	. . .	. . .	112	. . .	1
. . .	. . .	. . .	112	. . .	2
. . .	. . .	. . .	106	Nadelwehr umgelegt. . . .	3
. . .	. . .	. . .	30	. . .	4
/4 - 6 p. .	. . .	Schnd.	30	. . .	5
/2-6 1/4 p.	6	Schnd.	25	. . .	6
. . .	. . .	. . .	26	. . .	7
. . .	. . .	. . .	34	. . .	8
. . .	. . .	. . .	50	. . .	9
. . .	. . .	. . .	62	. . .	10
. . .	. . .	. . .	126	Nadelwehr aufgestellt. . . .	11
. . .	. . .	. . .	142	. . .	12
. . .	. . .	. . .	142	. . .	13
. . .	. . .	. . .	138	. . .	14
. . .	. . .	. . .	134	. . .	15
. . .	. . .	. . .	132	. . .	16
. . .	. . .	. . .	132	. . .	17
. . .	. . .	. . .	135	. . .	18
. . .	. . .	. . .	136	. . .	19
. . .	. . .	. . .	132	. . .	20
. . .	. . .	. . .	132	. . .	21
. . .	. . .	. . .	137	. . .	22
. . .	. . .	. . .	134	. . .	23
. . .	. . .	. . .	136	. . .	24
. . .	. . .	. . .	140	. . .	25
. . .	. . .	. . .	142	. . .	26
. . .	. . .	. . .	140	. . .	27
. . .	. . .	. . .	136	. . .	28
. . .	. . .	. . .	136	. . .	29
. . .	. . .	. . .	132	. . .	30
. . .	. . .	. . .	130	. . .	31
	. . .	2 Tage.	111 Mittel.		

e
) Mal

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
2 – 6. März	—2·9
7 – 11. „	5·0
12 – 16. „	7·0
17 – 21. „	7·3
22 – 26. „	8·2
27 – 31. „	11·8

Höchste beobachtete Schneedecke	6 cm. am 6.
Höchster Wasserstand des Mains	142 cm. am 12., 13., 26.
Niedrigster Wasserstand des Mains	25 cm am 6.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Datum	Schneehöhe 9ʰ a (cm)	Schneedecke 12ʰ m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
1	. . .	. . .	132	. . .	1
2	. . .	. . .	128	. . .	2
3	. . .	. . .	128	. . .	3
4	. . .	. .	124	. . .	4
5	. . .	. . .	124	. . .	5
6	. . .	. . .	132	. . .	6
7	. . .	. . .	130	. . .	7
8	. . .	. . .	127	. . .	8
9	. . .	. . .	125	. . .	9
10	. . .	. . .	125	. . .	10
11	. . .	. . .	129	∞ a.	11
12	. . .	. . .	129	. . .	12
13	. . .	. . .	130	. . .	13
14	. . .	. . .	130	. . .	14
15	. . .	. . .	124	. . .	15
16	. . .	. . .	130	. . .	16
17	. . .	. . .	126	. . .	17
18	. . .	. . .	126	. . .	18
19	. . .	. . .	127	. . .	19
20	. . .	. . .	125	. . .	20
21	. . .	. . .	120	. . .	21
22	. . .	. . .	129	∞	22
23	. . .	. . .	129	☈ 11¼ - 11½ a, T 12½ u. 1½ p.	23
24	. . .	. . .	130	. . .	24
25	. . .	. . .	128	⌒ 12 - 3 p	25
26	. . .	. . .	128	. . .	26
27	. . .	. . .	132	. . .	27
28	. . .	. . .	134	. . .	28
29	. . .	. . .	134	∞ a.	29
30	. . .	. . .	132	. . .	30
Monatsmittel	. . .	0 Tag.	128 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
1 - 5. April	7·4
6 - 10. „	7·1
11 - 15 „	6·4
16 - 20. „	10·2
21 - 25. „	8·7
26 - 30. „	9·1

Höchste beobachtete Schneedecke	. . .
Höchster Wasserstand des Mains	134 cm. am 28. u. 29.
Niedrigster Wasserstand des Mains	120 cm. am 21.

Ue

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9^h a cm	Schneedecke 12^h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. . . .	. . .	. . .	134	. . . .	1
. . . .	. . .	. . .	132	T 3½-3¾ p.	2
. . . .	. . .	. . .	132	☈² 9¼-9¾ a	3
. . . .	. . .	. . .	131	. . . .	4
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	5
. . . .	. . .	. . .	133	. . . .	6
. . . .	. . .	. . .	133	. . . .	7
. . . .	. . .	. . .	134	⚡ 9-11 p	8
. . . .	. . .	. . .	136	ш 9-9¼ p, ⚡ 8½-9¼. ☈ 9¼-9½ p.	9
. . . .	. . .	. . .	132	. . . .	10
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	11
. . . .	. . .	. . .	128	⚡⁰ 9¾-10½ p.	12
-3.05 p.	. . .	. . .	124	☈⁰ 2-2¼ p	13
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	14
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	15
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	16
. . . .	. . .	. . .	127	☈ 9-9¼ p.	17
. . . .	. . .	. . .	125	⚡ p.	18
. . . .	. . .	. . .	130	∞ a.	19
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	20
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	21
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	22
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	23
. . . .	. . .	. . .	129	. . . .	24
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	25
. . . .	. . .	. . .	125	☈ 12¼-12¾ a	26
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	27
. . . .	. . .	. . .	127	. . . .	28
. . . .	. . .	. . .	126	∞ a.	29
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	30
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	31
	. . .	0 Tag.	129 Mittel.		

e
Mal
"
"
"
"

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
1 - 5. Mai	12·9
6 - 10 "	15·6
11 - 15 "	15·7
16 - 20 "	17·9
21 - 25. "	17·9
26 - 30. "	13·4

Höchste beobachtete Schneedecke	. . .
Höchster Wasserstand des Mains	136 cm am 9.
Niedrigster Wasserstand des Mains	124 cm am 13. u. 23.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 108·5 Meter
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter

Datum	Schneehöhe 9h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	
	...	...	128	. . . .	p.
	...	...	128	. . . .	
	...	...	125	. . . .	.35 p
	...	...	125	∞ a	
	...	...	126	T 1½-2½, 4½-5, 7-7¼ p, ⚡ 8½-10¼ p.	
	...	...	127	. . . .	
	...	...	128	. . . .	
	...	...	126	. . . .	10
	...	...	124	(∞ a)	
1	...	...	122	. . . .	
1	...	...	122	. . . .	
1	...	...	114	. . . .	
1	...	...	126	T 6¼ - 6½ p.	
1	...	...	122	. . . .	
1	...	...	125	. . . .	
1	...	...	125	. . . .	
1	...	...	124	. . . .	
1	...	...	126	. . . .	18
1	...	...	122	. . . .	19
2	...	...	123	. . . .	20
2	...	...	123	. . . .	21
2	...	...	120	. . . .	22
2	...	...	120	⚡ 12½ - 1 a.	23
2	...	...	127	. . . .	24
2	...	...	125	. . . .	25
2	...	...	122	. . . .	26
2	...	...	118	. . . .	27
2	...	...	118	. . . .	28
2	...	...	122	. . . .	29
3	...	...	122	. . . .	30
Mon. mi.	...	0 Tage.	124 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Mai 31 - 4. Juni	13·2
5 - 9. „	15·0
10 - 14. „	15·3
15 - 19. „	14·1
20 - 24. „	16·9
25 - 29. „	17·9

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . . .
Höchster Wasserstand des Mains	128 cm. am 1., 2., 7.
Niedrigster Wasserstand des Mains	114 cm am 12.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
). .	...	...	124	T° 1¾-2 p, ⌒ 6½-6¾ p	1
. .	...	...	124	. . . .	2
35 p.	...	...	122	T° 12¾-1, ⚡ 2¼-2½ p	3
. .	...	...	122	. . . .	4
. .	...	...	118	≡ 11-12 p.	5
. .	...	...	124	≡ 12-4 a.	6
●²	...	...	118	. . . .	7
0 p.	...	...	118	. . . .	8
. .	...	...	124	. . . .	9
. .	...	...	122	. . . .	10
. .	...	...	130	. . . .	11
. .	...	...	132	. . . .	12
. .	...	...	124	. . . .	13
. .	...	...	124	. . . .	14
. .	...	...	122	. . . .	15
. .	...	...	122	T° 7¾-8¾ p, ⚡ 9-11¼ p	16
. .	...	...	128	⚡ 12-1½ a.	17
. .	...	...	126	. . . .	18
. .	...	...	124	. . . .	19
. .	...	...	122	. . . .	20
. .	...	...	118	. . . .	21
. .	...	...	120	. . . .	22
. .	...	...	118	. . . .	23
. .	...	...	120	≡ 11 a-3 p.	24
¼ p.	...	...	120	hat in 9 Min. von 11.57-12.06 p 6·7 mm.	25
. .	...	...	120	. . . . [Niederschlag ergeben.	26
. .	...	...	122	. . . .	27
. .	...	...	122	. . . .	28
. .	...	...	123	T 4¼-4¾ a.	29
. .	...	...	123	. . . .	30
. .	...	...	122	. . . .	31
	...	0 Tag.	123 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Juni 30 - 4. Juli	14·5
5 - 9. „	14·6
10 - 14. „	15·1
15 - 19. „	20·5
20 - 24. „	15·6
25 - 29 „	16·5

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	132 cm. am 12.
Niedrigster Wasserstand des Mains	118 cm. am 5., 7., 8., 21. u. 23.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

...chti... 10h ...	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
74	. . .	. . .	121	⌈⚡ 4¾ - 5¾ p.	1
88	. . .	. . .	120	. . . . . .	2
81	. . .	. . .	120	. . . . . .	3
85	. . .	. . .	119	. . . . . .	4
89	. . .	. . .	119	. . . . . .	5
90	. . .	. . .	121	⌈⚡ 5¼ - 7 a, T 1½ - 3¼ p.	6
88	. . .	. . .	120	. . . . . .	7
80	. . .	. . .	120	T 6½ - 8½ p.	8
93	. . .	. . .	119	⚡² 8¾ - 10, ⌈⚡² 10 - 12 p.	9
81	. . .	. . .	120	. . . . . .	10
90	. . .	. . .	136	. . . . . .	11
87	. . .	. . .	132	. . . . . .	12
91	. . .	. . .	132	. . . . . .	13
74	. . .	. . .	138	. . . . . .	14
69	. . .	. . .	132	. . . . . .	15
79	. . .	. . .	136	⚡² 10¼ - 11¾ p.	16
86	. . .	. . .	136	⌈⚡ 1¼ - 2¼ a, ⚡ 10½ - 12 p	17
82	. . .	. . .	134	⌈⚡ 12 - 1¼ a.	18
81	. . .	. . .	134	. . . . . .	19
89	. . .	. . .	129	. . . . . .	20
81	. . .	. . .	129	. . . . . .	21
96	. . .	. . .	120	. . . . . .	22
8[illegible]	. . .	. . .	126	. . . . . .	23
9[illegible]	. . .	. . .	130	. . . . . .	24
8[illegible]	. . .	. . .	130	. . . . . .	25
7[illegible]	. . .	. . .	126	⌈⚡ 5¾ - 6½ p, ≡ 6 - 11 p	26
6[illegible]	. . .	. . .	126	. . . . . .	27
8[illegible]	. . .	. . .	129	. . . . . .	28
9[illegible]	. . .	. . .	129	. . . . . .	29
9	. . .	. . .	128	. . . . . .	30
7	. . .	. . .	126	. . . . . .	31
3[illegible]	. . .	0 Tage.	127 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Juli 30 - 3. Aug.	19·6
4 - 8. „	18·6
9 - 13 „	19·7
14 - 18 „	19·9
19 - 23 „	17·9
24 - 28. „	14·3
29 - 2. Sept.	11·8

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	138 cm. am 14.
Niedrigster Wasserstand des Mains	119 cm. am 4., 5. u. 9.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. . . . .	. . .	. . .	126	. . .	1
. . . . .	. . .	. . .	130	. . .	2
. . . . .	. . .	. . .	126	. . .	3
. . . . .	. . .	. . .	128	. . .	4
. . . . .	. . .	. . .	128	. . .	5
. . . . .	. . .	. . .	130	. . .	6
. . . . .	. . .	. . .	134	. . .	7
. . . . .	. . .	. . .	134	. . .	8
. . . . .	. . .	. . .	126	. . .	9
. . . . .	. . .	. . .	130	. . .	10
. . . . .	. . .	. . .	122	. . .	11
. . . . .	. . .	. . .	128	. . .	12
. . . . .	. . .	. . .	124	. . .	13
. . . . .	. . .	. . .	124	. . .	14
. . . . .	. . .	. . .	124	. . .	15
. . . . .	. . .	. . .	128	. . .	16
. . . . .	. . .	. . .	126	. . .	17
. . . . .	. . .	. . .	122	. . .	18
. . . . .	. . .	. . .	122	. . .	19
. . . . .	. . .	. . .	124	. . .	20
. . . . .	. . .	. . .	124	. . .	21
. . . . .	. . .	. . .	122	. . .	22
. . . . .	. . .	. . .	122	. . .	23
. . . . .	. . .	. . .	124	. . .	24
. . . . .	. . .	. . .	120	. . .	25
. . . . .	. . .	. . .	124	. . .	26
. . . . .	. . .	. . .	122	. . .	27
. . . . .	. . .	. . .	126	. . .	28
. . . . .	. . .	. . .	124	. . .	29
. . . . .	. . .	. . .	126	. . .	30
.	. . .	0 Tage.	126 Mittel.		

urde
6 Mal
W 19 „
4 „
W 3 „
e 20 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
3 - 7. Sept.	14·2
8 - 12. „	14·5
13 - 17. „	13·1
18 - 22. „	16·2
23 - 27 „	15·4
28 - 2. Oct.	14·8

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	134 cm. am 7. u. 8.
Niedrigster Wasserstand des Mains	120 cm. am 25.

Jahresbericht

des

Physikalischen Vereins

zu

Frankfurt am Main

für das Rechnungsjahr

1890—1891.

Frankfurt am Main.

C. Naumann's Druckerei.

1892.

Jahresbericht

des

Physikalischen Vereins

zu

Frankfurt am Main

für das Rechnungsjahr

1890—1891.

Frankfurt am Main.

C. Naumann's Druckerei.

1892.

Vereinsnachrichten.

Mitglieder.

Der Physikalische Verein zählte im Vereinsjahr 1890/91 474 Mitglieder, von welchen 86 neu eingetreten waren. Da im Laufe des Vereinsjahres 25 Mitglieder austraten oder verstarben, so verblieben am Ende des Vereinsjahres 449. Die Namen der Mitglieder sind die folgenden:

* Mitglieder des Gesammtvorstandes.

Herr Adler-Stiebel, M., Bankier.
" Albert, E. C., Mechanikus.
" Alfermann, F., Apotheker.
" Alten, Heinrich.
" Althen, W.
" Ambrosius, J., Schlosser.
" André, C. A., Musikalienverleger.
" Andreae, Hermann, Director.
" Andreae, Hugo, Director.
" Andreae-Passavant, J., Director.
" Andreae, Richard, Bankier.
" Askenasy, A., Ingenieur.
" Auerbach, Th., Dr. jur., Assessor.
" Auffarth, F. B., Buchhändler.
" Bacon, J. L.
" Baer, Joseph.
" Baer, Max.
" Baerwindt, F., Dr. med.
" Baerwindt, Guido.
" de Bary, Heinr. Anton.
" * de Bary, Jac., Dr. med.
" Bauer, L., Consul.
" Bauer, M.
" Baum, Heinrich, Dr. phil, Chemiker
" Baumann, Adolph.
" Baumann, C. J., Opernsänger.
" Baunach, Victor.
" Bechel, Ingenieur.
" Bechhold, J. H., Dr. phil.
" Beck, Hugo.

Herr Becker, Carl, Consul.
" Becker, Heinrich, Dr. phil., Chemiker.
" Beer, Sondheimer & Co.
" Belli, Ludw., Dr. phil., Chemiker.
" Berger, Joseph, Dr. phil.
" Berlé, Carl.
" Besthorn, Emil, Dr. phil.
" Bertuch, August.
" v. Bethmann, Simon Moritz, Freiherr.
" Beyerbach, Carl, Hattersheim.
" Binding, Carl.
" Binding, Conrad.
" Bing, Michael.
" Blankenburg, Max, Zahnarzt.
" Blum, J., Oberlehrer.
" Blumenthal, E., Dr. med.
" Blumenthal, Adolph.
" Bockenheimer, J. H., Dr. med., Sanitätsrath.
" Bode, Paul, Dr. phil., Lehrer.
" Böttger, Bruno.
" Böttger, Hugo, Director.
" Bolongaro, C. M.
" Bonn, M. B.
" * Bonn, Ph. B., Bankier.
" Bonn, Wilh. B.
" Braun, W.
" Braunfels, Otto, Consul.
" Braunschweig, E.
" Brentano, Louis, Dr. jur.

Herr Brönner, Robert.
„ Brötz, Wilh.
„ Bruger, Th., Dr. phil.
„ Buchka, F. A., Apotheker.
„ Büttel, Wilhelm.
„ Bulling, Daniel, Maschinenmeister.
„ Cahn, Heinrich.
„ Cahn, Julius E.
„ Chun, Gustav, Rector.
„ Clemm, Carl Otto, Apotheker.
„ Cnyrim, Victor, Dr. med.
„ Coester, F.
„ Cristiani, Adolf.
„ Dann, Leopold.
„ Daube, G. L.
„ Degener, Carl C. L., Dr., Zahnarzt.
„ Deichler, J. C., Dr. med.
„ Deninger, Carl, Lorsbach i. Taunus.
„ Diehl, Th., Dr. phil.
„ Dietze, Hermann.
„ Dill, Louis, Ingenieur.
„ Dobriner, H., Dr. phil.
„ Doctor, Adolf.
„ Dondorf, B.
„ Dondorf, P.
„ Donner, P. C.
„ Drexel, H. Th.
„ Dreyfus, J., Bankier.
„ Drory, William W., Director.
„ Du-Bois, August.
„ Ebenau, Fr., Dr. med.
„ Edelmann, Bernhard, Ingenieur.
„ Edinger, Ludwig, Dr. med.
„ Ehrenbach, R.
„ Ehricke, Johannes.
„ Ellinger, Leo.
„ Emmerich, Ernst, Mechaniker.
„ * Engelhard, Carl, Apotheker.
„ Epstein, Theobald, Dr. phil.
„ Epting, M., Hoechst a. M.
„ v. Erlanger, L., Baron.
„ Ettling, Georg.
„ Eurich, H., Dr. phil.
„ Eyssen, Remy.
„ Feist-Belmont, Carl.
„ Feist, J., Dr. jur.
„ Fellner, J. C.
„ Finger, Eduard.
„ Flersheim, Albert.
„ Flersheim, Robert.
„ Flesch, J. G., Dr. med.
„ Flesch, Max, Dr. med., Prof.
„ Flesch-Roessner, H.
„ Follenius, O., Dr. phil., Hattersheim
„ Foucar, Georg.
„ Franc v. Liechtenstein, R.

Herr Franck, E., Director.
„ Frank, H., Apotheker.
„ Frank, S.
„ * Fresenius, Phil., Dr. phil., Apotheker.
„ Fridberg, R., Dr. med.
„ Friedländer, J., Dr. med.
„ Friedmann, H.
„ Friedmann, Joseph.
„ Fries, J. S., Sohn.
„ Fries-Dondorf, Jacob.
„ Fritz, Wilhelm, Mechaniker.
„ * v. Fritzsche, G. A. Th., Dr. phil.
„ Fuld, S. Dr. jur., Justizrath.
„ Fulda, Carl.
„ Gans, Adolph.
„ Gans, Leo, Dr. phil.
„ Gerhardt, Eduard.
„ Gerngross, August.
„ Gerson, Jacob, General-Consul.
„ Glöckler, Alexander, Dr. med.
„ Goeckel, L., Director.
„ Goldschmid, J. Eduard.
„ Goldschmidt, Adolf B. H.
„ Goldschmidt, M. B.
„ Gottschalk, J., Dr. med.
„ Grimm, Heinrich.
„ Grünewald, A., Dr. med.
„ Grund, W., Dr. phil.
„ Grunelius, Adolf.
„ Grunelius, Carl.
„ v. Guaita, Max, Commerzienrath.
„ v. Günderode, C., Dr. phil., Freiherr
„ Gutzkow, Hermann.
„ Haeffner, Adolf.
„ Hahn, Adolf L. A.
„ Hahn, Louis Alfred.
„ Hahn, Moritz L. A.
„ Hanau, Heinrich Anton.
„ * Hartmann, Eugen, Ingenieur.
„ Hasslacher, Franz.
„ Hauck, Otto.
„ Heddäus, H., Dr. phil.
„ Heimpel, Carl.
„ Heineken, Frédéric, Stadtrath.
„ Henrich, C. F.
„ Heräus, Heinrich, Hanau.
„ v. Hergenhahn, A., Polizeipräsid. a. D.
„ Herold, Rudolph, Lehrer.
„ Hess, August.
„ Hesse, Theod.
„ v. Heyden, L., Major a. D., Dr. phil.
„ Hilf, Philipp.
„ Hilger, H., Mechaniker u. Optiker.
„ Hirsch, Ferdinand.
„ Hirschberg, Max, Dr. med.
„ Hirschvogel, Matthias.

Herr Hochschild, Z., Director.
" Höchberg, Otto.
" Hoff, Carl.
" Hohenemser, Wilhelm.
" Holthoff, Fr., Hauptmann z. D.
" v. Holzhausen, Georg, Freiherr.
" Holzmann, Ph.
" Holzmann, W.
" Homeyer, F., Dr. phil.
" Horkheimer, Anton, Stadtrath.
" Horstmann, G.
" Hüttenbach, Adolf.
" Jäger, Fritz.
" * Jassoy, Ludw. Wilh., Apotheker.
" Jeidels, Julius.
" Jelkmann, Fr., Thierarzt.
" Jilke, Theodor, Dr. phil.
" Jügel, F.
" Jung, Gustav, stud.
" Jung, Heinrich.
" Jungé, Adolf.
" Kaefer, C., Bockenheim.
" Kahn, Ernst, Dr. med.
" Kahn, H., Bankier.
" Kahn, Leopold.
" Kayser, L.
" Katz, H.
" Keller, Adolf.
" Kern, Justus.
" Kessler, H.
" Ketsch, L.
" Kiesewetter, Gustav, Lehrer.
" v. Kilian, Adolf.
" Kirberger, E., Dr. med.
" Kirchheim, Simon, Dr. med.
" * Klein, Jacob Philipp.
" Klein, Nicolaus.
" Kleyer, Adolph, Dr. phil.
" Kleyer, Heinrich.
" Klie, Albert.
" Klieneberger, Carl.
" Klimsch, Carl.
" Klimsch, Eugen.
" Klinkert, G.
" Kloos, Bruno.
" * Knopf, Ludwig, Dr. jur., Stadtrath.
" Koch, M. W., Bankier.
" Köhler, Hermann.
" Kohn, C., Director.
" Kohn-Speyer, Eduard.
" Kohn-Speyer, Sigismund.
" Kotzenberg, Gustav.
" Kracauer, J., Dr. phil., Lehrer.
" Krebs, Constantin.
" Küchler, Eduard.
" Kugler, Adolf.

Herr Küllmer, Theoph., Director, Hoechst.
" Lachmann, B., Dr. med.
" Ladenburg, August.
" Ladenburg, Emil, Geh. Cmrz.-Rath.
" Lahmeyer, Wilhelm.
" Landauer, G. Friedrich.
" Landsberg, Otto.
" Laquer, Leopold, Dr. med.
" Lattmann, Otto.
" Laubenheimer, A., Dr. phil., Prof., Höchst.
" Lämmerhirt, C, Director.
" Lehmann, Leo.
" Leisewitz, Gilbert.
" Lenk, Walther.
" Leuchs-Mack, Ferdinand.
" * Libbertz, Arnold, Dr. med., Sanitätsr.
" Lindheimer, Georg.
" Lindheimer, Ludwig, Dr. jur.
" Lindley, W. H., Baurath.
" Lion, Franz, Director.
" Lochmann, Richard.
" Loeb, Michael, Dr. med.
" Loebenberg, Leopold.
" * Lucius, Eugen, Dr. phil.
" Maas, M., Dr. jur.
" Mahr, G. W.
" Mainz, L.
" Marburg, Rudolf.
" Marx, Ferd. Aug., Dr. med.
" Matti, J. J. A., Dr. jur.
" May, Franz, Dr. phil.
" May, Martin.
" May, Martin, jun.
" May, Oskar, Dr. phil.
" Meister, W. C. J.
" Meixner, Richard.
" Melcher, Heinrich.
" Merton, Wilhelm.
" Merton, Z.
" Metzger, Carl.
" Metzler, Alb., Stadtrath, Gen.-Consul.
" Metzler, Carl.
" Metzler, Wilhelm.
" Michaelis, Julius.
" Minjon, Hermann.
" Moehring, Georg H.
" Mössinger, Victor.
" Moldenhauer, Carl.
" Mouson, Daniel.
" Müller, C., Dr. phil.
" Mumm v. Schwarzenstein, Hermann.
" Nestle, Richard.
" Neubert, W. L.
" Neubürger, Theodor, Dr. med.
" * v. Neufville, Alfred.

Herr v. Neufville, Otto, General-Consul.
„ Noebe, Louis, Homburg.
„ Nördlinger, Hugo, Dr. phil.
„ Noll, Ferd., Lehrer, Bockenheim.
„ Nonne, August, Apotheker.
„ von Nordheim, P., Oberpostdir.-Secr.
„ Oehler, R., Dr. med.
„ Opificius, Ludwig.
„ Oplin, Adolf.
„ Oppel, Hermann, Mechaniker.
„ Oppenheim, Moritz.
„ Oppenheimer, M.
„ Oppenheimer, O., Dr. med.
„ Osborn sen., H.
„ Osterrieth, Eduard.
„ Osterrieth-Laurin, August.
„ Parnike, P., Oberingenieur.
„ Passavant, G., Dr. med., Sanitätsrath.
„ Pauli, Dr. phil., Höchst.
„ Paulson, Gerhard, Zahnarzt.
„ Peipers, G. F.
„ Peters, H., Zahnarzt.
„ * Petersen, Theodor, Dr. phil.
„ Petsch-Goll, J. Ph., Geh. Cmrz.-Rath
„ Pfeiffer, Eugen.
„ Pfeiffer, Theodor.
„ Pfungst, Arthur, Dr. phil.
„ Pfungst, Julius.
„ Pichler, Heinrich.
„ Pinner, O., Dr. med.
„ Pokorny, Ludwig, Bockenheim.
„ Pollitz, Carl.
„ Popp, Georg, Dr. phil.
„ Poppelbaum, H.
„ v. Portatius, C., Major a. D.
„ Posen, Eduard, Dr., Fabrikant.
„ Posen, J. L.
„ Puls, Otto, Syndicus der Handelskammer, k. rumän. Generalconsul
„ Quilling, Friedrich Wilhelm.
„ Raab, Alfred, Dr. phil., Apotheker.
„ Rademacher, Eduard.
„ Rademann, Otto, Director.
„ Rapp, Gustav.
„ vom Rath, W., Assessor.
„ Ravenstein, Simon.
„ Reck, August, Oberrossarzt.
„ Rehn, H., Dr. med.
„ Reichard, August.
„ Reichard, Gottlob.
„ * Reichard-d'Orville, Georg.
„ Reiffenstein, Carl Theodor, Maler.
„ Reinhardt, W., Dr. phil.
„ Reiss, Paul.
„ Renner, Fritz.
„ Reutlinger, Jacob.

Herr Ricard-Abenheimer, L. A.
„ Richard, Ferdinand
„ Riesse, Alfred.
„ Rikoff, Jacob.
„ Risdorf, Ch.
„ Risse, Hugo.
„ Röder, Theodor.
„ Rödiger, Ernst, Dr. med.
„ * Rössler, Hector, Director.
„ * Rössler, Hch., Dr. phil., Director.
„ Roos, Isr., Dr. phil.
„ Rosenberger, F., Dr. phil.
„ Rosenstein, Leo, Dr. jur.
„ Roth, Eduard, Techniker.
„ Roth, G.
„ Roth, H.
„ v. Rothschild, Wilh. C., Freiherr.
„ Rüdiger, A., Dr. phil., Homburg v. d. H.
„ Rühl, H.
„ Rumpf, Gustav Andreas, Dr phil.
„ Ruoff, G., Dr. phil.
„ Sanders, Dr. phil.
„ Sauerländer, Robert, Buchhändler.
„ Sauerwein, Carl.
„ Scharff, Alexander.
„ Scharff, Julius.
„ Scherlenzky, A., Dr. jur., Justizrath.
„ Schiele, L., Ingenieur.
„ Schiele, S., Director.
„ Schiff, Ludwig.
„ Schlesicky, Emil.
„ Schlesicky-Ströhlein, F.
„ Schleussner, C., Dr. phil.
„ Schleussner, Carl, Dr. phil.
„ Schmeck, Heinrich, Lehrer.
„ Schmidt, Leopold.
„ Schmidt-Günther, Gustav.
„ Schmidt-Metzler, M., Dr med., San.-R.
„ Schmölder, P. A.
„ * Schnapper, Isidor Heinrich.
„ * Schneider, Alexander, Director.
„ Schneider, J., Lehrer.
„ Scholl, Gustav.
„ * Schütz, H., Dr. phil., Oberlehrer.
„ Schuster, Bernhard.
„ Schwab, Moses.
„ Schwabacher, Gustav
„ Schwabacher, Hugo, Chemiker.
„ Schwarzschild, Ferdinand.
„ Schwarzschild, M.
„ Scriba, L., Hoechst.
„ Seestern-Pauly, G.
„ Seuffert, Theodor, Dr. med.
„ Siesmayer, Ph., Bockenheim.
„ Simons, W.
„ Sittig, E., Gymnasiallehrer.

Herr Soemmerring, Carl.
" Sommerhoff, Louis.
" Sondheimer, A.
" Sonnemann, Leopold.
" Speyer, Georg, Bankier.
" Speyer, Wilh., stud. chem.
" Spiess, Alex., Dr. med., San.-Rath.
" Spohr, Christian.
" Stahl, Adolf, Eisenb.-Bur.-Assistent.
" Stahl, Carl, Dr. med.
" Stapelfeldt, H.
" Staudt, Franz.
" Steffan, Ph. J., Dr. med.
" Steinkauler, Th., Dr. phil.
" Stelz, Ludwig, Dr. phil.
" Stephani, C. J., Dr. phil.
" Stern, Bernhard, Dr. med.
" Stern, Theodor.
" Stiebel, Albert, Dr. phil., Chemiker.
" Stiebel, Carl.
" Stoessel, Eduard.
" Storck, C. Th.
" Strauss, Emil, Lehrer.
" Strauss, O. D., Fabrikant.
" Stroof, J., Director, Griesheim
" Sulzbach, Carl, Dr. jur.
" Süsskind, Julius.
Tiefbauamt.
" Töplitz, Julius, Kaufmann.
" Trier, Theodor.
" Ullmann, Eugen.
" Ullmann, Julius.
" Una, S.

Herr Valentin, J.
" Valentin, Ludwig.
" v. den Velden, Reinhard, Dr. med.
" Vogt, Ludwig, Director.
" Vogtherr, Hermann.
" Voigt, H., Ingenieur, Bockenheim.
" Wach, J., Oberingenieur, Hoechst.
" Wagner, Fr., Lehrer, Bockenheim.
" Walz, Georg, Dr. phil.
" Warburg, Felix.
" Weber, Andreas, Stadtgärtner.
" Weber, H.
" Weckerling, F., Fabrikant.
" Weckerling, Heinrich.
" Weigert, Carl, Dr. med, Professor.
" Weiller, Jacob H.
" Weinmann, A., Inspector.
" Weisenburger, K.
" Weller, Albert, Dr. phil., Director.
" Wertheim, J., Maschinenfabrikant.
" Wertheimber, Emanuel, Bankier.
" Wetzlar, Emil, Bankier.
" Wirsing, F. W.
" * Wirsing, Paul, Dr. med.
" Woell, W.
" Wolff, Hermann.
" Wollstädter, Carl.
" Wüstefeld, J., Apotheker.
" Zander, August.
" Zehfuss, G., Dr. phil., Professor.
" * Ziegler, Julius, Dr. phil.
" Ziegler, O., Bankdirector.
" Zint, W., Dr. phil.

Ehren-Mitglieder.

Herr Prof. Dr. Abbe in Jena.
„ Prof. A. v. Baeyer in München.
„ Prof. Dr. Becquerel in Paris.
„ Prof. Dr. Wilhelm von Bezold, Geh. Reg.-Rath, Director des kgl. meteorol. Institutes in Berlin.
„ Senator Professor Francesco Brioschi in Mailand.
„ Prof. Dr. A. Buchner in München.
„ Wirkl. Geh. Rath Professor Dr. Bunsen Exc. in Heidelberg.
„ Prof. Dr. E. Erlenmeyer dahier.
„ Professor Galileo Ferraris in Turin.
„ Prof. Dr. Emil Fischer in Würzburg.
„ Prof. Dr. R. Fittig in Strassburg i. E.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Förster, Director der k. Sternwarte in Berlin.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. Fresenius in Wiesbaden.
„ Prof. Dr. F. Goppelsroeder, Mühlhausen i. E.
„ Prof. Dr. Carl Gräbe in Genf.
„ Prof. Dr. S. Günther in München.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. Hankel in Leipzig.
„ Prof. Dr. Julius Hann, Director der k. k. Centralanst. f. Met. u. Erdmagn. in Wien, Hohe Warte.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. von Helmholtz in Berlin.
„ Prof. Dr. Gustav Hellmann, Oberbeamter des k. met. Inst. in Berlin.
„ Professor Dr. H. Hertz in Bonn.
„ Professor Dr. J. H. van t'Hoff in Amsterdam.

Herr Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. A. W. von Hofmann in Berlin.*)
„ Hermann Honegger in Orotava auf Teneriffa.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Kekulé in Bonn.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. E. Kittler in Darmstadt.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Knoblauch in Halle.
„ Geh. Med.-Rath Prof. Dr. med. Robert Koch in Berlin.
„ Prof. Dr. Friedr. Kohlrausch in Strassburg i. E.
„ Professor Dr. W. Kohlrausch in Hannover.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. Herm. Kopp in Heidelberg.**)
„ Prof. Dr. W. Koeppen in Hamburg, Seewarte.
„ Prof. Dr. A. Kundt in Berlin.
„ Geh. Regier.-Rath Prof. Dr. Landolt in Berlin.
„ Prof. Dr. Lenz, Mitglied der kais. russ. Akademie in St. Petersburg.
„ Prof. Dr. Lerch in Prag.***)
„ Prof. Dr. C. Liebermann in Berlin.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Limpricht in Greifswald.
„ Dr. J. Löwe dahier.
„ Reg.-Rath Dr. L. Löwenherz, Director der phys. techn. Reichsanstalt in Berlin.
„ Prof. Dr. E. Mach in Prag.
„ Prof. Dr. F. Melde in Marburg.

*) Gestorben den 5. Mai 1892.
**) Gestorben den 20. Februar 1892.
***) Gestorben den 5. März 1892.

Herr Prof. Dr. Mendelejeff in St. Petersburg.
„ Prof. Dr. Lothar Meyer in Tübingen.
„ Geh. Rath Prof. Dr. V. Meyer in Heidelberg.
„ Staats- und Finanzminister Dr. J. Miquel, Exc. in Berlin.
„ Prof. Dr. H. Mohn, Director der k. norweg. meteorol. Centralanstalt in Christiania.
„ Prof. Dr. Mulder in Utrecht.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Neumann in Königsberg.
„ Prof. Dr. G. Neumayer, wirkl. Geh. Adm.-Rath u. Director der Deutschen Seewarte in Hamburg.
„ Prof. Dr. L. F. Nilson in Stockholm.
„ Prof. Dr. J. J. Oppel dahier.
„ Professor Dr. W. Ostwald in Leipzig
„ Geheimrath Prof. Dr. M. v. Pettenkofer in München.
„ Prof Dr. O. Pettersson in Stockholm.
„ Prof. Dr. Raoul Pictet in Genf.
„ Prof. Dr. Rammelsberg in Berlin.
„ Albert v. Reinach dahier.
„ Prof. Dr. v. Reusch in Stuttgart.*)
„ Prof. Dr. Theod. Richter in Freiberg in Sachsen.
„ Prof. H. E. Roscoe in Manchester.
„ Prof. Dr. v. Sandberger in Würzburg.

Herr Prof. Dr. Hugo Schiff in Florenz.
„ Geh. Reg.-Rath Dr. W. v. Siemens in Berlin.
„ Prof. Dr. W. Staedel in Darmstadt.
„ Prof. Jean Servais Stas in Brüssel.**)
„ Prof. Dr. Stern in Zürich-Hottingen.
„ Prof. Silvanus P. Thompson i. London.
„ Prof. Dr. Sir William Thomson in Manchester.
„ Prof. Dr. John Tyndall in London, Royal Institution.
„ Geh. Medicinalrath Prof. Dr. Virchow in Berlin.
„ Prof. Dr. H. W. Vogel in Berlin.
„ Dr. G. H. Otto Volger in Soden a. T.
„ Prof. Dr. Volhard in Halle.
„ Prof. Dr. J. G. Wallentin in Wien.
„ Reg.-Rath Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Wien.
„ Wirkl. Geh.-Rath Prof. Dr. Wilh. Weber in Göttingen.***)
„ Hofrath Prof. Dr. Wiedemann in Leipzig.
„ Prof. Dr. V. Wietlisbach in Bern.
„ Prof. und Akademiker Dr. Wild in St. Petersburg.
„ Oberbergrath Professor Dr. Clemens Winkler in Freiberg, Sachsen.
„ Prof. Dr. Wislicenus in Leipzig.
„ Prof. Dr. Wüllner in Aachen.

---

*) Gestorben 22. Juli 1891.
**) Gestorben 13. December 1891.
***) Gestorben 23. Juni 1891.

Vorstand.

Der Vorstand des Physikalischen Vereins bestand im Vereinsjahre 1890—91 aus den Herren:

Dr. phil. Theodor Petersen,
Dr. phil. Julius Ziegler,
Alfred v. Neufville,
H. Milani,
Dr. phil. Philipp Fresenius und
Dr. phil. Eugen Lucius.

Als Vorsitzender fungirte Herr Dr. Petersen, als Schriftführer Herr A. von Neufville und als Kassier Herr H. Milani.

Im Laufe des Jahres fanden zwölf Vorstandssitzungen und eine Gesammtvorstandssitzung statt.

Generalversammlungen.

Die ausserordentliche Generalversammlung am 23. Juni 1891 hatte zunächst eine Ersatzwahl in den Vorstand vorzunehmen, an Stelle des am 25. Mai verstorbenen Herrn H. Milani, langjährigen und hochverdienten Mitgliede des Vereins, dem der Vorsitzende Herr Dr. Petersen einen warmen und dankbaren Nachruf widmete. Für den Verstorbenen wurde Herr Direktor Alexander Schneider gewählt, welcher auch die Führung der Vereinsrechnung übernahm. Darauf hatte sich die Versammlung in Rücksicht auf bevorstehende Docentenvacanzen mit der statutenmässigen Einsetzung einer Commission für die Lehrerwahl zu beschäftigen.

Die statutenmässige ordentliche Generalversammlung fand Samstag, den 10. Oktober, Abends 7 Uhr, im grossen Hörsaal des Vereins statt. Der Vorsitzende, Herr Dr. Petersen, verbreitete sich in derselben zunächst über personelle Vorkommnisse. Die Zahl der Mitglieder erfuhr eine abermalige erfreuliche Zunahme, Dank der vom Verein fort-

gesetzt entwickelten regen Thätigkeit und dem ihm deshalb entgegengebrachten steigenden Interesse.

Unter den verstorbenen Mitgliedern befinden sich ausser dem vorgenannten langjährigen Vorstandsmitgliede Herrn H. Milani noch zwei um den Verein hochverdiente Männer, Herr G. Bansa und Herr Hofrath Dr. med. S. Th. Stein, dessen lichtvolle Vorträge im Verein unvergessen bleiben werden. Herr Bansa vermachte dem Verein ein Legat von 500 Mark. Auch unser einheimisches Ehrenmitglied Herr Dr. med. W. Stricker, durch Jahrzehnte Bibliothekar der vereinigten Senckenberg'schen Bibliothek, ist am 4. März verstorben. Am 15. October 1890 verloren wir ferner unser Ehrenmitglied Professor H. Will in Giessen und am 23. Juni unser ältestes und berühmtestes Ehrenmitglied, Geheimrath Professor Wilhelm Weber in Göttingen. Auf sein Grab liess der Verein einen Kranz niederlegen und veranstaltete gemeinschaftlich mit der hiesigen Elektrotechnischen Gesellschaft zu seinem Andenken am 18. Juli Mittags 12 Uhr im grossen Hörsaal eine besondere Feier, bei welcher Herr Professor W. Kohlrausch aus Hannover die Gedächtnissrede hielt.

Herr Professor Jean Servais Stas in Brüssel wurde bei seinem fünfzigjährigen Jubiläum als Mitglied der belgischen Akademie der Wissenschaften am 5. Mai auch zu unserem Ehrenmitgliede ernannt. Ferner hatten wir die freudige Veranlassung, unsere Ehrenmitglieder Herrn Regierungsrath Professor A. v. Waltenhofen in Wien zu seinem vierzigjährigen Lehrerjubiläum am 26. December 1890, Herrn Geh.-Rath Professor A. W. v. Hofmann in Berlin zu seinem fünfzigjährigen Doctorjubiläum am 9. August und Herrn Geh.-Rath Professor H. v. Helmholtz in Berlin zu seinem siebenzigsten Geburtstage am 31. August 1891, sowie Herrn Director S. Schiele, unser Mitglied seit 1842, anlässlich der Ueberreichung des Diploms als Ehrenmitglied des Vereins Deutscher Ingenieure am 30. Nov. 1890 auch unsererseits zu beglückwünschen.

Die von Vereinsmitgliedern, Schülern der obersten Classen der hiesigen höheren Schulen (in beiden Semestern 613) und Abonnenten gut besuchten regelmässigen Vorlesungen und die Arbeiten in den einzelnen Abtheilungen des Institutes nahmen ihren regelmässigen Verlauf. Im Hinblick auf die internationale elektrotechnische Ausstellung des letzten Sommers hat der seit Beginn des Vereinsjahres als ordentlicher Docent und Leiter der elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt des Vereins thätige Herr Dr. J. Epstein im verflossenen Winter einen Cyklus von zwölf ausserordentlichen Vorlesungen über Elektrotechnik gehalten, welche sich einer so grossen Betheiligung auch von Nichtmitgliedern zu erfreuen hatten, dass der Cyklus wiederholt werden musste. Wünschen von auswärts nachkommend, wurden ähnliche Vorträge von unserem Herrn Docenten auch in Mannheim und in Höchst a. M. gehalten.

Bei der internationalen elektrotechnischen Ausstellung war auch der Verein betheiligt und hatte in der Halle für Wissenschaft und Medicin zwischen den Büsten von Soemmerring und Reis insbesondere die telegraphischen und telephonischen Originalapparate dieser beiden einst dem Verein nahestehenden berühmten Männer ausgelegt. Ausserdem stellte die elektrotechnische Lehranstalt eine Reihe von ausgearbeiteten Heften und Protocollbüchern ihrer Schüler aus, um hierdurch einen Einblick in Lehrgang und Methode zu gewähren. Die Rückwand des Ausstellungstisches nahm ein Gebäudeplan des Institutes ein. Dieselbe Ausstellung brachte während des ganzen Sommers auch unserem Institut zahlreichen Besuch und bei verschiedenen Gelegenheiten, namentlich bei dem Elektrotechnikercongress, tagte man in unserem geräumigen Hörsaal. Unter unseren Mitgliedern und Docenten war insbesondere Herr Dr. Epstein als Schriftführer der wissenschaftlichen Prüfungscommission an den Arbeiten der elektrotechnischen Ausstellung betheiligt.

Unter anderen grösseren ausserordentlichen Ausgaben für die Elektrotechnik befinden sich auch solche für die Ausstellung. Die uns von Seiten der Stadt ausser der gewöhnlichen jährlichen Subvention von *M.* 3500 gewährte Beihülfe von *M.* 3000, sowie die staatliche Subvention von *M.* 2000 für unsere elektrotechnische Anstalt kam uns daher sehr zu statten, obgleich wir trotzdem ein beträchtliches Deficit aufzuweisen haben. Wir erfüllen auch an dieser Stelle sehr gerne die angenehme Pflicht für die genannten Zuweisungen gebührend zu danken.

Die von den Kassenrevisoren, den Herren Commerzienrath M. von Guaita, Director C. Lämmerhirt und W. Merton geprüfte Vereinsrechnung wurde richtig befunden, dem Vorstande Decharge ertheilt und der Voranschlag für das neue Vereinsjahr genehmigt.

Bei der statutenmässigen Neuwahl in den Vorstand wurden an Stelle der austretenden Herren Dr. med. J. de Bary und Ph. B. Bonn die Herren Dr. E. Lucius und Dr. J. Ziegler, ferner zu Revisoren die Herren W. Büttel, A. Kugler und M. Oppenheim, endlich in die Lehrerwahlcommission an Stelle der Herren Dr. E. Lucius und Dr. J. Ziegler die Herren Director H. Andreae und C. Engelhard gewählt.

Nach Erledigung der Tagesordnung nahm schliesslich Herr Th. Trier das Wort, um dem Vorstande für die ebenso mühevolle, wie umsichtige und zeitgemässe Führung der Vereinsgeschäfte zu danken, unter besonderer Hervorhebung der Verdienste, die sich der Verein um das Zustandekommen der elektrotechnischen Ausstellung erworben habe.

Geschenke.

Geldgeschenke.

Vermächtniss des verstorbenen Herrn Gottlieb Bansa *M.* 500.—

Bücher und Schriften.

a. im Tauschverkehr.

Bamberg. Gewerbe-Verein. — Wochenschrift 1890.

Berlin. Deutsche Chemische Gesellschaft. — 24. Jahrgang, No. 7 bis 19.

Berlin. Königl. Preuss. Academie der Wissenschaften. — Sitzungs-Berichte 1890 1—40.

Berlin. Königl. Preuss. meteorologisches Institut. — Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1891, Heft 1. — Die Königl. Observatorien für Astrophysik, Meteorologie und Geodäsie bei Potsdam 1890.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. — Mittheilungen 1890, No. 1244 bis 1264.

Braunschweig. VI. Jahresbericht 1887/88 und 1888/89.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. — Abhandl., 12. Band, 1. Heft.

Bremen. Meteorologische Station I. Ordnung. — Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Bremen 1803—1890. Jahrgang I.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. — 68. Jahresbericht, 1890 und Ergänzungsheft.

Brünn. Naturforschender Verein. — Verhandlungen 1889, 28. Band und 8. Bericht der meteorologischen Commission pro 1888. — Jahresbericht 1888/89.

Brüssel. Academie royale des sciences de Belgique. — Memoires couronnés et de savants etrangers, tome 50 et 51. — Memoires couronnés et autres memoires, tome 43—45. — Bulletins 3. Serie tome 18—21. Annuaires 1890/91. — Catalogue 2e, partie 3me, fascicule 1. vol. 8°.

Budapest. Königl. Ungarische Academie der Wissenschaften. — Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen aus Ungarn, VIII. Band.

Budapest. Königl. Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Dr. Eugenio Daday de Dees: Myriopada Regni Hungariae e commissione regiae societatis hungaricae scientiarum naturalium 1889.

Bukarest. Rumänisches meteorologisches Institut. — Analele institutului meteorologic al Romanici. 1888 Tom IV.

Chemnitz. Königl. Sächs. meteorolog. Institut. — Jahrbuch 1889, Jahrgang VIII, I. Hälfte, 1. und 2. Abtheilung. Bericht für das Jahr 1890, II. Hälfte, 2. Abtheilung.

Cordoba. Academia Nacional de ciencias. — Boletin, Tomo X, Entrega 4.

Darmstadt. Verein für Erdkunde. — Notizblatt, 4. Folge. 11. Heft, 1890.

Davos. Kur-Verein Davos-Platz. — Davoser Wetterkarte 1891.

Davos. Société helvetique des Sciences naturelles. — Compte rendu des travaux 78. Session.

Dorpat. Kaiserl. Livländische Societät. — Bericht der Regenstation 1888.

Dorpat. Meteorolog. Observatorium. — Meteorologische Beobachtungen in den Jahren 1881—1885.

Dresden. Naturwissenschaftl. Gesellschaft „Isis". — Sitzungs-Berichte und Abhandlungen, 1890 und 1891.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. — Bericht. 75. Jahrgang. 1889/90.

Erlangen. Physikalisch-medicinische Societät. — Sitzungs-Berichte 23. Heft. 1891.

Frankfurt a. M. Senckenberg. Naturf. Gesellschaft. — Bericht 1891. Katalog der Vogelsammlung im Museum der naturf. Gesellschaft.

Frankfurt a. d. O. Naturwissenschaftlicher Verein. — Monatliche Mittheilungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, 8. und 9. Jahrgang 1890/91.

Frankfurt a. d. O. Societatum litterae. — Verzeichniss von Publicationen, 1891, No. 1—8, V. Jahrgang.

Freiberg i. Sachsen. Naturforschende Gesellschaft. Berichte, 5. Band. 1890/91.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. — Jahresbericht 1888/89.

Göttingen. Königl. Gesellschaft der Wissenschaften. — Nachrichten 1891, No. 1—16.

Graz. Naturwissenschaftl. Verein für Steiermark. — Jahrgang 1890.

Graz. Verein der Aerzte in Steiermark. — Mittheilungen 1890. 27. Vereinsjahr.

Halle. Kais. Leop. Carol. deutsche Academie der Wissenschaften. — Leopoldina, 1891, 27. Heft, No. 1—22. — Ueber die Polarisation der strahlenden Wärme durch totale Wärme von Dr. Hermann Kohlrausch.

Hamburg. Deutsche Seewarte. — Ergebnisse der Sturmwarnungen im Jahre 1890. — Monatsberichte, 1890 bis 1891. — Ergebnisse der Wetterprognose 1890. — Ergebnisse der Sturmwarnungen im Jahre 1889. — Archiv der Deutschen Seewarte, 13. Jahrgang, 1890. — Katalog der Bibliothek der Deutschen Sternwarte zu Hamburg 1890. — Ergebnisse der meteorolog. Beobachtungen, 12. Jahrgang. — Die stürmischen Winde an der deutschen Küste im Januar 1891. — Ergebnisse der Wetterprognose im Lustrum 1886—1890.

Harlem. Société hollandaise des sciences. — Archives, néerlandaises des sciences exactes et nat., Tome XXV, 1.—4. Lieferung.

Hermannstadt. Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaft. — Verhandlungen und Mittheilungen, 40. Jahrgang, 1890.

Innsbruck. Naturwissenschaftlicher medicinischer Verein. — Bericht, 19. Jahrgang, 1889/90 und 1890/91.

Karlsruhe. Jahresbericht des Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen und Wasserstandsaufnahmen 1890.

Kassel. Verein für Naturkunde. — Berichte über das Vereinsjahr 1889/90. — XXXVI—XXXVII.

Kiel. Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein. — Berichte, 8. und 9. Band, 1891.

Klausenburg. Siebenbürgischer Museums-Verein. — Medicinische Abtheilung, XVI. Band, 1. und 2. Heft, 1891. — Naturwissenschaftliche Abtheilung, XVI. Band, 1. und 3. Heft, 1891.

Königsberg. Physikalisch-ökonomische Gesellschaft. — Schriften, 31. Jahrgang, 1890.

Leipzig. Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaft., math.-phys. Classe. — Berichte 1890, 1—4, und 1891, 1.

Leipzig. Fürstl. Jablonowsky'sche Gesellschaft. — Preisschrift, No. XI, mathem. naturwissenschaftl. Section.

London. Royal society. — Report of the meteorol. Council, 1889/90.

Magdeburg. Naturwissenschaftlicher Verein. — Jahresbericht und Verhandlungen 1890.

Manchester. Literary and Philosophical Society. — Memoirs and Proceedings, Vol. V, No. 4—5.

Mexico. Sociedad cientifica Antonio Alzate. — Memoiras, Tomo I, 1—12; II, 2—11; III, 2—8 und 11—12; IV, 7—12.

Moskau. Société impériale des Naturalistes. — Bulletin No. 1—4, 1890. Meteorologische Beobachtungen 1890, 2. Hälfte.

Moskau. Landwirthschaftliche Academie. — Meteorologische Beobachtungen, I. Hälfte pro 1889.

München. Königl. Academie der Wissenschaften, math.-phys. Classe. — Bericht 1891, 1.—2. Heft.

München. Königl. Bayerische meteorol. Centralstation. — Monatsberichte, Januar 1891. — Sonderabdruck aus den Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern. Band XII, Jahrgang 1890.

Münster. Westphäl. Prov.-Verein für Wissenschaft und Kunst. — 18. und 19. Jahresbericht, 1889 und 1890.

New-York. American geographic. Society. — Bullet. 1891, No. 1—3, Vol. XXIII.

Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. — Jahresbericht 1890.

Odessa. Neurussische Naturforschende Gesellschaft. — Memoires Band XV, Heft 2.

St. Petersburg. Kaiserl. Russische geographische Gesellschaft. — Beobachtungen der russischen Polar-Station an der Lenamündung, I. Theil 1891.

St. Petersburg. Physikalisches Central-Observatorium. Annalen 1890.

Philadelphia. Academy of Natural sciences. — Proceedings, Part. III, (April—Dec.) 1890.

Prag. Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. — Abhandlungen VII, 3.

Prag. K. Königl. Sternwarte. — Magnetische und meteorologische Beobachtungen, 51. Jahrgang, 1890.

Prag. Naturhistorischer Verein „Lotos." — Jahrbuch für Naturwissenschaft, XI. Band. Neue Folge der ganzen Reihe, 39. Band.

Prag. Verein Casopis. — Bericht 1889, 20. Band, 1. bis 6. Heft.

Prag. Chemische Gesellschaft. — Bericht 1889, XIV. Jahrgang. — Listy Chemicke 1890/91, XV. Jahrgang, 2.—10. Heft.

Rio de Janeiro. Observatoir Imperial. — Revista do Observatorio, Anno VI, 2—10.

Wien. Kaiserl. Königl. Geologische Reichsanstalt. — Verhandlungen, No. 1—14, 1891.

Wien. Kaiserl. Königl. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. — Die Veränderlichkeit der Temperatur in Oesterreich.

Wien. Kaiserl. Academie der Wissenschaften. — Sitzungsberichte der mathemat.-naturwissenschaftlichen Classe. I. Abtheil., No. 4—10, 1890, II^a und II^b Abth., No. 4—10, 1890, III. Abth., No. 4—10, 1890.

Wien. Verein der Geographen an der Universität Wien. — Bericht über das 14. und 15. Vereinsjahr.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. — Jahrbuch 1891, 44. Jahrgang.

Würzburg. Polytechnischer Central-Verein für Unterfranken und Aschaffenburg. — Jahresbericht über das Schulwesen des Polytechnischen Central-Vereins 1891.

Yokohama. Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Tokio. — Mittheilungen, 46. Heft.

Zwickau. Verein für Naturkunde. — Jahresbericht 1889 u. 1890.

b. von Privaten.

Von der Elektrotechnischen Gesellschaft in Frankfurt a. M.: Die Versorgung von Städten mit elektrischem Strom. Festschrift für die Versammlung Deutscher Städteverwaltungen aus Anlass der internationalen elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M., 26.—29. August 1891.

Von Herrn Professor Lothar Meyer in Tübingen: Meyer, Grundzüge der theoretischen Chemie.

Von Herrn Professor Max Möller in Braunschweig: Möller, Die Naturkraft.

Von Herrn Dr. Julius Ziegler: Pflanzenphänologische Beobachtungen zu Frankfurt a. M. von Dr. Julius Ziegler. Sep.-Abdr. aus dem Bericht der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft 1891. — Annual Report of the Chief Signal Officer to the Secretary of War for the year 1872.

Apparate, Präparate.

1. *Für das physikalische Cabinet.*

Von Frau Kleophea Schlemmer, geb. Lindheimer, dahier aus dem Nachlasse ihres verstorbenen Gemahls, Herrn Dr. Schlemmer: Ein grosser Tubus von Utzschneider & Fraunhofer in München mit Zubehör.

Von Herrn C. Soemmerring dahier: Die ersten v. Soemmerring'schen elektrischen Original-Telegraphenapparate.

Von Herren Hartmann & Braun in Bockenheim: Ein Deprez-d'Arsonval'sches Galvanometer und Theile einer Tangentenboussole.

2. Für die elektrotechnische Abtheilung.

Von den Herren Schuckert & Co. in Nürnberg und Siemens & Halske in Berlin: Ampèremeter und Voltmeter ihrer Fabrikation, sowie Theile der unzusammengesetzten Instrumente für Demonstrationszwecke.

Von Herrn Professor Aron in Berlin: Das Werk eines Elektrizitätszählers.

Von der Firma Hagen in Kalk bei Köln: Accumulatorenplatten in den verschiedenen Stadien der Fabrikation.

Von der Maschinenfabrik Esslingen: Schalt- und Sicherheitsapparate.

Von der Firma Helios in Köln: Eine Wechselstrommaschine und Transformator.

Von Herrn E. Hartmann dahier: Werk eines Ampèremeters, sowie ein Inductor aus der Fabrik von Hartmann & Braun in Bockenheim.

Von den Herren Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen: Ein Milliampère und ein Graphit-Rheostat für medicinische Zwecke.

Von der Vereinigung Ludwigshafener und Mannheimer Industrieller: Skalenlaterne für Vorlesungszwecke; absolutes Elektrometer nach Professor Braun.

Von Herren C. & E. Fein in Stuttgart: Eine Handdynamomaschine.

Von Herrn H. Kleyer dahier: Vernickelungsproben.

Von den Farbwerken vorm. Meister Lucius & Brüning in Höchst am Main: Eine Bogenlampe.

Von Herrn Professor Meyer in Zürich: Abschnitt des ersten transatlantischen Kabels.

3. Für das chemische Laboratorium.

Von Herrn Professor E. Fischer in Würzburg: Die künstliche Darstellung des Zuckers betreffende organische Präparate.

Von der Naxosschmirgelgesellschaft des Herrn J. Pfungst dahier: Eine Sammlung von Schmirgelsorten, Schmirgelschleifräder und ein Korundschleifrad.

Von der Chemischen Fabrik Griesheim durch Herrn Director Stroof: Eine Flasche mit flüssiger Untersalpetersäure.

Anschaffungen.

Bücher, Zeitschriften.

1. Zeitschriften (Fortsetzungen).

1) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Leipzig.
2) Liebig's Annalen der Chemie. Leipzig und Heidelberg.
3) Dingler's Polytechnisches Journal. Stuttgart.
4) Zeitschrift für physikalische Chemie. Leipzig.
5) Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht. Berlin.
6) Journal für praktische Chemie. Leipzig.
7) Chemisches Centralblatt. Leipzig.
8) Zeitschrift für analytische Chemie. Wiesbaden.
9) Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Giessen.
10) Jahresbericht über die Fortschritte der Physik. Berlin.
11) Astronomisches Jahrbuch. Berlin.
12) Astronomische Nachrichten. Altona.
13) Zeitschrift für Mathematik und Physik. Leipzig.
14) Zeitschrift für Instrumentenkunde. Berlin.
15) Elektrotechnische Zeitschrift. Berlin.
16) Archiv der Pharmacie. Halle a. S.
17) Polytechnisches Notizblatt. Frankfurt a. M.

2. Bücher.

O. Lehmann, Molekularphysik. Zwei Bände.

S. P. Thompson, Elementare Vorlesungen über Elektricität und Magnetismus. Deutsch von A. Himstedt.

W. E. Ayrton, Handbuch der praktischen Elektricität. Deutsch von M. Krieg.

E. Gerard, Elemente der Elektrotechnik. Deutsch von J. Kareis und W. Peukert.

G. Kapp, Elektrische Kraftübertragung. Deutsch von L. Holborn und K. Kahle.

Hilfsbuch der Elektrotechnik. Herausgegeben von C. Grawinkel und Dr. K. Strecker. Zweite Auflage.

Apparate.

1. Für den Hörsaal.

Ein grosser Projectionsapparat von Schmidt & Hänsch in Berlin nebst Palzow'scher optischer Bank und anderem Zubehör als: Horizontalprojection, Projectionsmikroscop, Objectivkopf für Photogrammprojectionen, Linsen, Spalt und Prismentisch zu Spectralversuchen nebst Landoldt'schem Glasapparat von Geissler in Bonn für Anstellung mikrochemischer Versuche; Widerstand von Staudt & Voigt. Dazu eine drehbare Eisenconsole.

2. Für das physikalische Cabinet.

Ein grosser Laurent'scher Halbschatten-Polarisationsapparat mit direkter Winkelablesung und Rohrlänge bis zu 400 mm. Dazu ein monochromatischer Brenner.

3. Für die elektrotechnische Abtheilung.

1) Ein Elektrometer.
2) Ein Wattmeter nebst Zusatzwiderständen.
3) Zwei Torsionsgalvanometer nebst Zusatzwiderständen.
4) Ampèremeter und Voltmeter für die Vorlesung.
5) Drei Rheostaten.
6) Eine Bussole.
7) Ein Vernickelungsbad.
8) Zeichenmodelle.
9) Ein Normalthermometer.

4. Für das chemische Laboratorium.

1) Modelle zur Demonstration der Structur der Moleküle von Roher in Jena.
2) Wandtafeln und drehbarer Cylinder mit dem System der Elemente nach L. Meyer.
3) Ein Müncke'scher Autoclav mit Manometer für Druck bis 25 Atmosphären.
4) Würfel zur Demonstration der Volumtheorie der Gase für die Einleitung in die Chemie nach Lepsius.
5) Eine Anzahl Geissler'scher Apparate zur Demonstration der Einwirkung des Lichtbogens auf Gase und Flüssigkeiten nach Lepsius.
6) Eine Decimalwage nebst Controlapparaten zur steuerfreien Verwendung von Alkohol.

5. Für die meteorologische Station.

Ein Hellmann'scher Regenmesser, Modell 1886.

Uebersicht der Einnahmen und Ausgaben.

1890—1891.

	M.	Pf.	M.	Pf.
A. Einnahmen.				
Saldo	1600	—		
Mitglieder-Beiträge	8001	—		
Praktikanten-Beiträge	5770	—		
Aus dem W. Rieger'schen Beitragsfonds (4/5 des Zinseneinganges)	340	79		
Aus dem W. Rieger'schen Stipendienfonds	31	17		
Subventionen	8500	—		
Wetterprognose	958	—		
Zinsen	1067	90		
Eintrittskarten	3002	—		
Geschenke	5000	—		
Vorschuss	6350	—	40620	86
B. Ausgaben.				
Für Gehalte	9572	50		
„ Remunerationen	7517	60		
„ Allgemeine Unkosten	3692	31		
„ die Bibliothek	797	80		
„ Heizung	684	62		
„ Beleuchtung	1227	74		
„ Elektrotechnische Lehr- u. Untersuchungsanstalt u. Physikalisches Cabinet	5434	72		
„ Chemisches Laboratorium	2468	01		
„ Pension an Frau Professor Böttger	600	—		
„ Jahresbericht	1364	62		
„ Rückzahlung und Zinsen an die Dr. Senckenberg'sche Stiftung	1000	—		
„ Rückzahlung der vorjährigen Vorlage des Bankiers	4296	42		
„ Saldo	1964	52	40620	86

Lehrthätigkeit.

Vorlesungen.

Die regelmässigen Vorlesungen wurden von den Docenten des Vereins, den Herren Professor Dr. G. Krebs, Dr. B. Lepsius und Dr. J. Epstein gehalten. Herr Dr. J. Epstein war mit der Leitung der elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungs-Anstalt des Vereins seit Beginn des Vereinsjahrs definitiv betraut. Der Lectionsplan war folgender:

A. Im Winter-Semester 1890—1891.

Montag, Abends von 7—8 Uhr: Specielle Chemie der Metalloïde und Metalle. Für Anfänger. Herr Dr. B. Lepsius.

Dienstag, Abends von 7 Uhr (präcis) bis 8 1/2 Uhr: Physikalische Chemie. 1) Die Elemente und ihre Atomgewichte. 2) Gase, Flüssigkeiten und feste Körper. 3) Lösungen. 4) Thermochemie. 5) Photochemie. 6) Elektrochemie. 7) Chemische Mechanik. 8) Chemische Verwandschaftslehre. Herr Dr. B. Lepsius.

Mittwoch, Abends von 6—7 Uhr: Die Grundlehren der Astronomie (zugleich Schülervortrag). Herr Prof. Dr. G. Krebs.

Freitag, Abends von 7—8 Uhr: Galvanische und Inductions-Elektricität. Herr Professor Dr. G. Krebs.

Samstag, Abends von 7—8 Uhr: Vorträge und Mittheilungen über neue Entdeckungen und Erfahrungen im Gebiete der Physik, Chemie und Elektrotechnik.

B. Im Sommer-Semester 1891.

Montag, Abends von 7—8 Uhr: Specielle Chemie der Metalloïde und Metalle. Fortsetzung. Für Anfänger. Herr Dr. B. Lepsius.

Dienstag, Abends von 7—8$^{1}/_{2}$ Uhr: Physikalische Chemie. Fortsetzung. Herr Dr. B. Lepsius.

Mittwoch, Abends von 6—7 Uhr: Die Lehre von der Wärme (zugleich Schülervortrag). Herr Professor Dr. G. Krebs.

Samstag, Abends von 7—8 Uhr: Vorträge und Mittheilungen über neue Entdeckungen und Erfahrungen im Gebiete der Physik, Chemie und Elektrotechnik.

Samstags-Vorlesungen.

I. Von Herrn Professor Dr. G. Krebs.

1) Ueber die Interferenz stehender Lichtwellen. Mit Hilfe des Apparates von Mach wurde der Unterschied zwischen fortschreitenden und stehenden Schwingungen dargelegt. Die letzteren entstehen gemeiniglich durch Interferenz zweier fortschreitender Wellenzüge. Nunmehr wurde die Beschaffenheit und Entstehung polarisirter Lichtstrahlen erläutert, sowie die Ergebnisse bei deren Interferenz, die Entstehung der Farben sowohl im Auge wie auf lichtempfindlichen Platten.

2) Vorzeigung des Barbier-Elementes, einer Art Leclanché-Element, bestehend aus einem hohlen Kohlebraunsteincylinder, in dessen Mitte ein Zinkstab steht.

3) Ueber die Entstehung und Beschaffenheit der Gletscher. Nachdem der Vortragende durch einige Versuche das Wiederfrieren des Eises, sowie die Ueberkaltung des Wassers gezeigt hatte, ging er zur Beschreibung der Grund- und Staublawinen, sowie der Gletscher in Europa über. Die Bildung der Gletscher aus den Firnkörnern, ihre Bewegung, Zerklüftung und Auflösung in Gletscherbäche, die Gefahren, welche sie bringen, sowie ihre Verschiedenheiten in den einzelnen Gebieten von Europa wurden näher erörtert.

4) Ueber die Bewohnbarkeit der Welten. Redner legte zuerst die zum Theil phantastischen Anschauungen früherer Zeiten dar, obwohl auch hier schon bei den bedeutenderen Gelehrten klare und logische Ansichten sich geltend machten. Er verbreitete sich weiter über die Meinungen von Huygens, Kircher, Fontenelle, Gruithuisen und Kant und ging dann zu den Vermuthungen über, welche nach dem heutigen Stande der Kenntnisse vom Weltall

als berechtigt bezeichnet werden dürfen. Schliesslich wurde das dem Verein von Frau Dr. Schlemmer zum Geschenk gemachte grosse Fernrohr aus dem optischen Institut von Merz, Utzschneider & Fraunhofer vorgezeigt.

5) Ueber die Wirkungen rotirender Körper. Reese fand, dass eine rasch rotirende Scheibe von Eisen einen etwas langsamer in entgegengesetzter Richtung rotirenden Stahlcylinder durchschneiden könne, ohne ihn zu berühren. Der Vortragende erklärte die Erscheinung aus dem Anprall der von den rotirenden Körpern mit gerissenen Luftschichten und der dadurch entstehenden Wärme — der Cylinder schmilzt der Scheibe gegenüber durch.

6) Erläuterung der hauptsächlichsten, im Gebrauch befindlichen Normalelemente.

7) Ueber ein vorzüglich genau gehendes Chronometer von F. Schlesicky dahier. Dasselbe ist nach Art eines Compasses aufgehängt und dient auf See dazu, um mit gleichzeitiger Benutzung eines Spiegelsextanten genau den Ort zu bestimmen, an dem man sich befindet.

Hierauf zeigte der Vortragende mehrere Trockenelemente von Siegwarth & Angerstein in Berlin vor und bestimmte die Constanten (Volt, Ampère und Ohm). Die Elemente, welche unter dem Namen „Thor“ in den Handel kommen, sind sehr zu empfehlen. Hieran schlossen sich noch einige Bemerkungen über die Beschaffenheit des Lichts der Leuchtkäfer.

8) Ueber ein verändertes Galvanometer von d'Arsonal, mit halbcylindrischen Magneten und als empfindliches Vorlesungsgalvanometer construirt. Es wurden einige Versuche damit angestellt, um die Empfindlichkeit zu zeigen und das weithin sichtbare Spiel des Zeigers.

9) Ueber die Entwickelungsgeschichte der Gasmotoren, zum Andenken an den kürzlich verstorbenen Herrn Otto in Deutz. Hieran wurden einige Bemerkungen über die Heissluftmaschinen geknüpft.

10) Ueber die Pariser Druckluftanlage an der Hand einer von Professor Riedler hierüber erschienen Schrift, in welcher die Fortschritte geschildert werden, welche die Luftdruckanlage durch Herstellung besserer Compressoren mit zweckmässiger Kühlung, sowie durch billigere Kohlen und billiges Wasser infolge der Verlegung des Werks vor die Stadt erzielt.

11) Ueber die neuesten Schriften (von v. Waltenhofen, Neesen, Voller), welche den Anschluss der Gas- und Wasserleitung an die Blitzableiter besprechen und dringend empfehlen.

12) Ueber den Dreh- oder Mehrphasenstrom. Nach einer Erläuterung der Sinus-Curven folgte diejenige der Stromverhältnisse, welche stattfinden, wenn Wechselströme von 120°, bez. 60°

Phasendifferenz in 3, bez. 6 auf einem eisernen Ring vertheilte Rollen geleitet werden. Der Vortragende erklärte die Eigenschaften des Drehstroms und zeigte, wie man ihn transformiren, in die Ferne leiten und zur Beleuchtung und zur Kraftübertragung mit Hilfe eines Drehstrommotors benutzen könne. Auch wurde klargelegt, wie man aus den Wechselströmen Gleichstrom herzustellen im Stande sei.

13) Ueber die Ursachen, welche die strenge Kälte im letzten Winter hervorgebracht haben. Die drei Minima, welche sich gewöhnlich in der Nähe von Island befinden und einen Zuzug von südwestlichen Winden über Nordeuropa veranlassen, waren diesmal schwach entwickelt, so dass die Luft von Norden und Osten her lebhaft zuströmen konnte.

14) Ueber die verschiedenen Verfahren, magnetisch gewordene Uhren zu entmagnetisiren. Dabei wurde die Beschaffenheit neuerer Uhren erklärt, in welchen magnetische Metalle nicht vorkommen. Des Weiteren wurde ein Apparat vorgezeigt, mit Hilfe dessen die bewährte hiesige Uhrmacherfirma F. Schlesicky untersucht, ob ihre Uhren in verschiedenen Temperaturen richtig gehen.

15) Ueber die Verflüchtigung der Metalle durch hochgespannte Wechselströme. Nach den Versuchen von Crookes ist es namentlich der negative Pol, an dem die Verflüchtigung im stärksten Masse vor sich geht. Setzt man die Grösse der Verflüchtigung von Gold zu 100, so ist die des Palladiums 108, des Silbers 83, des Platins 44, des Cadmiums 32, des Eisens 5,5.

16) Ueber die Ansprüche, welche Gelehrte und Praktiker auf die Erfindung des Pendels und der Pendeluhren erheben. Dabei sind besonders zu nennen: Galilei, Huygens, Bürgis (Uhrmacher in Cassel) und Bodeker (Vikar in Wartberg i. W.) Nach genauer Erwägung aller Zeugnisse muss man wohl Huygens die Ehre der Erfindung zuschreiben.

17) Ueber die auf der elektrotechnischen Ausstellung befindlichen Dampfkessel. Am stärksten vertreten sind die Siederohrkessel, seltener sind die Flammrohr- und Heizröhrenkessel, sowie die Walzenkessel mit Siedern. Der Vortragende besprach die einzelnen Kesselarten, sowie die Wasserreinigungsapparate und das Klein'sche Gradirwerk.

18) Vorzeigung eines Grammophons und Anstellung verschiedener Versuche damit.

II. Von Herrn Dr. B. Lepsius.

1) Ueber einige chemische Neuheiten. Auf der diesjährigen Naturforscher-Versammlung wurde von Prof. Curtius in Kiel eine höchst interessante neue Säure gezeigt, welche aus Stickstoff und Wasserstoff besteht, Elemente, welche sich bisher nur zu stark

basischen Verbindungen vereinigt hatten. Die Stickstoffwasserstoffsäure hat viele Eigenschaften mit der Salzsäure gemein, bildet ganz ähnliche Salze wie diese, ist ein farbloses Gas von heftiger Einwirkung auf den Organismus und in Wasser so leicht löslich wie Salzsäuregas. Wesentlich unterscheidet es sich von ihr dadurch, dass es ausserordentlich explosiv ist, so dass die Herstellung von concentrirten Lösungen mit Gefahr verbunden ist. Eine andere interessante Verbindung wurde von Moud, Quincke und Langer erhalten, als sie Kohlenoxyd über molekulares Nickel leiteten. Es bildet sich eine äusserst leicht flüchtige Flüssigkeit von der Zusammensetzung $Ni(CO)_4$, welche bereits bei 43° siedet. Analoge Verbindungen sind bei anderen Metallen niemals beobachtet worden. Der Vortragende sprach noch über die neue Indigodarstellung von Heumann, wobei er eine von der gewöhnlichen Auffassung abweichende Indigoformel als die vielen Thatsachen besser entsprechende aufstellte und zeigte endlich eine Bombe mit gepresstem Sauerstoff vor, wie dieser jetzt von Berlin aus unter einem Druck von 100 Atm. versandt wird.

2) Ueber die chemischen Einheiten, wobei als Gewichtsbasis für gewöhnlich die Grösse $H = 1$, dagegen für sehr genaue Messungen die Grösse $O = 16$, ferner als Basis für Volumgrössen bei Gasen die Grösse $H_2 = 2$ und als Volumeinheit das Normalvolum von 2 gr Wasserstoff empfohlen wird. Auch wurde auf den Vorschlag von Ostwald aufmerksam gemacht, an Stelle des Normalbarometerdruckes, welcher mit dem Ort veränderlich ist, den Druck von 1 Million absoluten Einheiten einzuführen.

3) Ueber neue photographische Methoden und Apparate. Der Vortragende zeigte die Eclips-Camera von Shew in London und eine Reihe von Kodak-Apparaten der Firma Eastman in New-York. Die erstere enthält 12 leicht zu wechselnde Glasplatten und bietet den Vortheil, selbst bei grossen Plattendimensionen sich auf einen sehr kleinen Raum zusammenklappen zu lassen, die anderen enthalten zur Aufnahme keine Glasplatten, sondern lichtempfindliche Gelatineplatten, welche völlig transparent sind, sich zusammenrollen lassen und vermöge der Anwendung von sogenannten Rollkasseten, die sich übrigens an jedem anderen Apparat ebenfalls leicht anbringen lassen, es ermöglichen, dass man 100 Aufnahmen hinter einander machen kann, ohne den Apparat zu öffnen. Diese Eigenschaft und das geringe Gewicht der „Film"-Rollen machen die Eastman-Camera namentlich für grosse Reisen werthvoll. Die Apparate sind vorzüglich construirt und gearbeitet. Der Vortragende sprach ferner über das Eastmansche Positivverfahren, welches den Vorzug vor dem gewöhnlichen hat, dass man beim Copiren vom Tageslicht unabhängig und bei Benutzung eines mit Petroleum beleuchteten Projectionsapparates im Stande ist, jedes Glas- oder Film-Negativ beliebig zu vergrössern. Der Vortragendeb enutzte Gas und elektrisches Licht, um einige Copien an-

zufertigen, welche sogleich entwickelt wurden. Durch Vermittlung der Firma Haake & Albers dahier war er mit zahlreichen Eastman-Photographien in verschiedenen bis lebensgrossen Vergrösserungen versehen worden; auch zeigte er eine Anzahl von Aufnahmen, welche er während des letzten Manövers in der Mark angefertigt hatte. Am Schluss demonstrirte derselbe eine kleine Nachtuhr, welche ihr Zifferblatt an die Wand projicirt; dieselbe war von Herrn Uhrmacher Hinrichs dahier zur Verfügung gestellt.

4) Ueber den „kritischen Zustand" der Materie und die Beziehungen zwischen dem Gas- und dem Flüssigkeitszustande. Wenn man ein Gas stark zusammenpresst, so gewinnt es mehr und mehr die Eigenschaften einer Flüssigkeit, indem seine Zusammendrückbarkeit eine immer geringere wird und es schliesslich ähnlich wie Wasser, welches durch eine Atm. nur um 48 Milliontheile zusammengepresst wird, sich wie eine Flüssigkeit verhält. Dieser Uebergang kann entweder ein continuirlicher sein, wie bei Luft, wenn man sie bei gewöhnlicher Temperatur bis auf mehrere 1000 Atm. zusammenpresst, oder ein plötzlicher, wie bei Ammoniak, bei 4 Atm., oder bei Kohlensäure, bei 70 Atm. und gewöhnlicher Temperatur. Mit Hilfe des Projectionsapparates wurde gezeigt, wie Ammoniak sich unter Druck zu einer Flüssigkeit verdichten lässt. Ob nun dieser Uebergang ein continuirlicher und unsichtbarer oder ein plötzlicher und sichtbarer ist, hängt lediglich von der Temperatur ab. Unter dieser Temperatur, welche man die „kritische" nennt, ist das letztere, über dieser das erstere der Fall. Die „kritische Temperatur" liegt beim Wasserstoff bei — 174 °, Luft — 115 °, Kohlensäure + 31 °. Der Druck, welcher bei diesen Temperaturen die Verflüssigung bewirkt, heisst der kritische Druck. Er beträgt bei Wasserstoff 98 Atm., bei Luft 45, bei Kohlensäure 77. Erwärmt man nun eine Flüssigkeit, welche unter dem kritischen Druck steht auf die kritische Temperatur, so geht sie in den sogenannten kritischen Zustand über. Diesen Zustand zeigte der Vortragende bei der flüssigen Kohlensäure mit Hilfe der elektrischen Projection. Wurde die kritische Temperatur überschritten, so verschwand die Oberfläche der Flüssigkeit, Gas und Flüssigkeit gingen in ein und denselben Zustand über; fiel die Temperatur, so erschien auf der Projectionswand ein deutlicher undurchsichtiger Nebel, aus welchem sich wieder Gas und Flüssigkeit getrennt abschieden, indem die Flüssigkeit wieder ihre Oberfläche zeigte. Ausserdem zeigte der Vortragende noch die Verflüssigung des Ammoniakgases durch Abkühlung auf — 87 °, sowie des Aethylchlorides durch gleichzeitige Druckerhöhung und Temperaturerniedrigung.

5) Ueber die absolute Grösse der Moleküle und die Methoden, dieselbe zu bestimmen. Dass die Moleküle, aus welchen sich die modernen Naturwissenschaften die uns umgebenden materiellen Körper zusammengesetzt denken, sehr klein sein müssen,

geht unter Anderem daraus hervor, dass die allergeringste wägbare Menge eines Farbstoffes, in Wasser gelöst, noch um das 100 Millionenfache verdünnt werden kann, ohne dass die Farbe der Lösung selbst in Schichten von $^1/_2$ mm Dicke verloren ginge, dass man ferner im Stande ist Goldblätter herzustellen, welche die Dicke von nur 5 Hundertmilliontel mm haben, dass völlig unwägbare Mengen riechender Gase noch bei einer Verdünnung von vielen Millionen bemerkt werden können, dass die kleinsten eben noch im Mikroskop wahrnehmbaren Mikroorganismen noch ziemlich complicirte Organe besitzen etc. Dass aber die Moleküle nicht unendlich klein sind, geht daraus hervor, dass man die Gase nicht bis ins Unendliche zusammendrücken kann, dass vielmehr eine Grenze besteht, welche dadurch begründet ist, dass sich die Moleküle schliesslich berühren. So kann man einen Liter Wasserstoff nur auf einen Raum von 0,000 62 Liter zusammenpressen. Dieser Raum ist also das wirkliche Volumen aller im Liter befindlichen Wasserstoffmoleküle. Durch die Messung der dünnsten Flüssigkeitsschichten lässt sich auch der Durchmesser der Moleküle bestimmen. Aus diesen beiden Grössen lässt sich das Volumen eines Moleküles ableiten; es beträgt beim Wasserstoff 12 Quadrilliontel Cubikcentimeter, beim Sauerstoff 29, Stickstoff 32, Chlor 97, etc. In 2 gr Wasserstoff, 32 gr Sauerstoff etc. d. h. in 22,3 Litern aller Gase befindet sich ungefähr 1 Quadrillion Moleküle. Könnte man diesen Gasraum ganz leer pumpen, und würden in jeder Secunde 1 Million Moleküle entfernt werden, so würde man dazu über 6000 Jahre pumpen müssen. Der mittlere Abstand der Moleküle beträgt unter gewöhnlichen Umständen 16 Hundertmilliontel cm. Da sich die Wasserstoffmoleküle mit einer Geschwindigkeit von fast zwei Kilometern in der Secunde bewegen, so stösst jeder einzelne in der Secunde 5 Milliarden mal mit einem anderen zusammen. Diese Grössenverhältnisse lassen sich nach sehr verschiedenen Methoden, auf elektrischem, optischem, thermodynamischem Wege, ferner mit Hilfe der kinetetischen Gastheorie durch die innere Reibung und durch die Oberflächenspannung berechnen und führen jedesmal zu annähernd gleichen Resultaten.

6) Ueber die Milch und ihre Sterilisirung. Ganz besonders durch die eingehenden Versuche von Prof. Soxhlet in München ist festgestellt worden, dass die Haltbarkeit und die Bekömmlichkeit der Kuhmilch keineswegs durch die wechselnde Zusammensetzung oder durch dieses oder jene Futtermaterial, sondern vielmehr fast ausschliesslich durch die bei dem Melkprocess verwendete Reinlichkeit bezw. die mehr oder weniger vollständige Abhaltung von Fäulniss- und Gährungsbacterien beeinflusst wird. Da sich aber auch bei der peinlichsten Reinlichkeit das Eindringen von zersetzenden Organismen oder deren Keimen nicht völlig vermeiden lässt, so ist es namentlich für die Kinder-Ernährung unbedingt nöthig, die Wirkung dieser Schädlinge dadurch aufzuheben, dass man sie tödtet, indem man die Milch durch

längeres Erhitzen auf 100 ° C. oder darüber sterilisirt. Dies gelingt im Kleinen vortrefflich mit Soxhlet's bekanntem Apparat. Die Sterilisirung im Grossen ist nun nach vielfachen Bemühungen mit Hilfe eines Apparates gelungen, welcher neuerdings auch Frankfurt mit sterilisirter Milch versieht und von W. Lindheimer in Hofschwalbach bei Cronberg benutzt wird. Es werden in demselben ca. 200 Flaschen auf einmal im Dampfstrom auf 102 ° erhitzt und, ohne dass Luft zutritt, mechanisch geschlossen. Der Vortragende zeigte Flaschen, welche seit dem August v. J. im Laboratorium bei Zimmertemperatur aufbewahrt worden und noch völlig unveränderte Milch enthielten. Wenn es schon in kalter Jahreszeit von Wichtigkeit ist, beliebig lange die Milch in frischem Zustande aufbewahren zu können, so ist dies in heisser Jahreszeit oder auf Reisen etc. von noch höherer Bedeutung. Der Vortragende hatte sich auch über die Bestandtheile der Milch, sowie über die Zersetzungsproducte derselben verbreitet und theilte schliesslich mit, dass man neuerdings ausser der Gährungsmilchsäure und der im Fleisch vorkommenden rechtsdrehenden auch noch eine linksdrehende Milchsäure aufgefunden hätte, wie die Theorie dies voraussehen liess.

7) Ueber die Zuckergruppe und die künstliche Darstellung des Traubenzuckers durch Prof. Emil Fischer in Würzburg. Bereits vor sieben Jahren gelang es E. Fischer, aus dem Acroleïn eine zuckerähnliche Substanz, die Acrose, zu erhalten und diese Thatsache, sowie die bekannten Arbeiten desselben über die Farbstoffe und die Harnsäuregruppe, war die Veranlassung, dass derselbe bei Gelegenheit der Einweihung des neuen Gebäudes zum Ehrenmitgliede des Physikalischen Vereins ernannt wurde. Seit dieser Zeit ist es nunmehr diesem unermüdlichen Forscher gelungen, das Gebiet der Zuckergruppe, welche trotz ihrer Wichtigkeit für die Physiologie der Pflanzen und Thiere bis dahin in chemischer Beziehung so gut wie unbekannt war, völlig zu erschliessen. Es gelang ihm nicht nur die Methoden aufzufinden, die Zucker in krystallisirte Verbindungen umzuwandeln, welche eine Trennung derselben von anderen Stoffen gestatten, er stellte die Zucker aus unorganischen Stoffen her, indem er, wie die Pflanze, aus Kohlensäure und Wasser Verbindungen aufbaute, welche alle Eigenschaften der natürlichen Zucker besassen, die Eigenschaft der optischen Activität nicht ausgeschlossen. Ja, es gelang ihm nicht nur den rechtsdrehenden Traubenzucker künstlich herzustellen und diesen in den Fruchtzucker zu verwandeln, sondern er stellte auch einen bis dahin unbekannten linksdrehenden Traubenzucker und neben dem natürlichen linksdrehenden Fruchtzucker einen rechtsdrehenden dar; er begnügte sich aber nicht damit, Zucker mit 6 Kohlenstoffatomen herzustellen, sondern es gelang ihm auch, solche mit 7, 8, 9 Kohlenstoffen zu bereiten, welche die interessantesten Eigenschaften zeigen. Der Vortragende experimentirte mit einigen dieser neuen Verbindungen und wies mit Hilfe von Modellen namentlich auf die merkwürdigen optischen Eigenschaften derselben hin.

8) Ueber die Benutzung des Projections-Apparates zu chemischen Demonstrationen.

9) Ueber die Entstehung der Elemente auf Grund der Kant-Laplace'schen Theorie.

10) Die räumliche Lagerung der Atome im Molekül.

11) Die Erfindung des Pulvers.

12) Ueber das neue Schiesspulver.

(Die letzten beiden Vorträge sind in einem weiter folgenden Aufsatze dieses Jahresberichtes ausführlich wiedergegeben; der Gegenstaud wurde in ähnlicher Form in der I. allgemeinen Sitzung der 64. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Halle a. S. vorgetragen. Verhandl. der Ges. d. N. u. A. 1891, S. 17.)

III. Von Herrn Dr. J. Epstein.

1) Ueber die internationalen elektrotechnischen Einheiten in ihrer Beziehung zum absoluten Maasssystem. Die Grundmaasse und die mechanischen Maasse wurden an Beispielen vorgeführt und experimentell erläutert, darauf diejenigen Erscheinungen und Gesetze hervorgehoben, welche den Uebergang vom mechanischen zum elektrischen Gebiete vermitteln. Hieran schloss sich eine Veranschaulichung der elektrotechnischen Maasse unter Hinweis auf die Vortheile des gewählten Maassystems.

2) Ueber Transformatoren, deren Prinzip vom Standpunkte des Prinzips der Erhaltung der Energie aus betrachtet wurde, unter Hinweis auf entsprechende Vorrichtungen auf mechanischem Gebiete, wie Hebel, Flaschenzug, bei denen gleichfalls eines der Elemente, welche den Effekt bestimmen, etwa die Kraft, auf Kosten des andern, der Geschwindigkeit, gesteigert wird, in entsprechender Weise als durch den elektrischen Transformator eine Steigerung der Spannung auf Kosten der Stromstärke zu erreichen ist. Die Wirkungsweise wurde durch den fundamentalen Induktionsversuch erläutert.

3) Ueber Aufbau und Verwendung der Transformatoren.

4) Einleitender Bericht über die internationale elektrotechnische Ausstellung zu Frankfurt a. M.

5) Ein Gang durch die Maschinenhalle der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung.

Von der Seite des Wasserfalles eintretend, werden die Erläuterungen in dem zunächst liegenden Ausstellungsplatz der Firma Schuckert & Co. begonnen. Vor Betrachtung der im Betrieb befindlichen Maschinen führt der Vortragende in die rechter Hand liegende kleine Sonderausstellung von Maschinentheilen derselben Firma. Das freundliche Entgegenkommen der letzteren hat es ermöglicht, einige der lehrreichen Stücke im Vortrage selbst vorzuweisen und den Versammelten speciell vor Augen zu führen. Ein halbfertiges Ankermodell veranschaulicht die Wicklungsverhältnisse, sowie die innere

Beschaffenheit der Dynamoanker. Der Kern besteht aus einem Eisenring, der aber zur Verhütung von Nebenströmen nicht massiv, sondern aus Eisenband mit zwischenliegendem Papier spiralisch aufgewunden ist. Auf diesem Ring befindet sich eine Lage Isolirband und auf dieser die Drahtwicklung. Der Drahtquerschnitt ist rechteckig gewählt, um den vorhandenen Raum bestmöglichst ausnützen zu können. Die Ankerwicklung zerfällt in eine Anzahl Spulen, welche durch Verbindung vom Ende der einen und Anfang der folgenden durchgängig in leitender Verbindung stehen. An jeder Verbindungsstelle ist weiterhin ein Draht angebracht, welcher die Ab- beziehentlich Zuleitung zu übernehmen hat. Diese Drähte führen nach dem Collektor, welcher ebenfalls in verschiedenen Modellen vorgezeigt werden konnte. Man erkennt an denselben die isolirt von einander centrisch um die Dynamoaxe angeordneten Metallstreifen. Der Anzahl Ankerspulen entspricht die Anzahl der Collektorlamellen, deren je eine mit den anderen durch die von den Verbindungsstellen fortgeführten Drähte und die Spulen selbst verbunden ist. Schleifende Bürsten vermitteln die Stromzuführung nach der Anlage und zwar sind es bei der 2 poligen Dynamo deren 2; bei mehrpoligen hingegen sollte man eigentlich an so viel Stellen Bürsten erwarten, als Pole vorhanden sind. Die ausgestellten Collektoren solcher Maschinen zeigen jedoch eine von Mordey herrührende Methode, durch Verbindung entsprechender Lamellen die Bürstenzahl zu vermindern. An diese Ausführungen schloss sich die Schilderung der aufgestellten Maschinen. Beim Eintritt in die Halle bemerkt man links eine 100 pferdige Dampfmaschine, welche mittelst Riemen eine hinterliegende Gleichstromdynamo antreibt, deren Strom zum Laden von Akkumulatoren dient. Neben dieser steht die grösste im Schuckert'schen Platze aufgestellte Maschine, welche, mit der sie antreibenden 250 pferd. Dampfmaschine starr verbunden, eine sogen. Dampfdynamo darstellt. Dem im Interesse der direkten Kuppelung etwas langsameren Gange der Maschine ist durch Vermehrung der Polzahl Rechnung getragen. Die Dynamo besitzt 14 Pole und ist bei derselben die Mordeyverbindung am Collektor theilweise durchgeführt, die Stromentnahme erfolgt nur durch vier Bürsten. Die Fortleitung des von dieser Maschine unter einer Spannung von 220 Volt erzeugten Stromes geschieht nach dem Dreileitersystem. Dasselbe hat bekanntlich den Zweck, unter höheren Spannungen Strom zu leiten, an den Verbrauchsstellen jedoch nur bei der üblich niederen Spannung solchen verwenden zu können, ohne einer Transformation zu bedürfen. Die beiden von der Schuckertmaschine ausgehenden Kabel führen zu zwei in Hintereinanderschaltung befindlichen Akkumulatorenbatterien von je 110 Volt. Vom Plus-Pol der einen und Minus-Pol der andern führt je eine Leitung nach aussen, eine dritte ist zwischen den Batterien angeschlossen. Das Resultat der nunmehr erhaltenen Spannungen ist zwischen den beiden äusseren Leitern 220 Volt wie vorher, zwischen je einem äusseren und dem

Mittelleiter 110 Volt. Die Verbrauchsstromkreise werden daher zwischen einem äusseren und dem Mittelleiter angeschlossen unter Berücksichtigung möglichst gleichmässiger Belastung beider Seiten des Dreileitersystems. Dem Mittelleiter fällt nun bei diesem System nur der Transport geringer Stromstärken zu, er dient nur zum Leiten der Differenz der Stromstärken auf beiden Seiten und man kann daher denselben von erheblich geringerem Querschnitt wählen. Man hat nun vorgeschlagen und in den Schuckert'schen Anlagen durchgeführt, die Bleirohrumhüllung der beiden Hauptkabel als dritten Leiter zu verwenden. Nach Erwähnung der mit Gasmotor direkt gekuppelten Dynamomaschinen, deren eine zum Betriebe des in der Marineausstellung aufgestellten Scheinwerfers dient, schritt der Vortragende zur Betrachtung der rechts aufgestellten Maschinen der Firma Schuckert. Zunächst an einem Lehrmodell den theoretischen Aufbau, die Spulenverbindung, sowie die Stromentnahme mittelst Schleifringen vorführend, gelangte er dann zu dem mehrphasigen Wechselstrom, auch Drehstrom genannt, welcher von der einen der beiden Maschinen erzeugt wird. Im weiteren Vortrage wurde es ersichtlich, wie es möglich ist, die Spulenanzahl in Abtheilungen zu zerlegen, deren jede gesondert nach Schleifringen geführt ist. Die Abtheilungen gehen nach einander durch den für ihre Leistungen günstigsten Theil des magnetischen Feldes während einer Umdrehung des Ankers, jede für sich einen Wechselstrom erzeugend. Durch die Verkettung, welche den Wechselströmen durch die Drahtcombination gegeben ist, erreicht man die vortheilhaften Eigenschaften des Systems. Die eigenthümliche drehende Wirkung desselben auf einen drehbaren Eisencylinder hat zu dem Namen Drehstrom geführt. Eben diese Eigenschaft und deren Verwerthung für Motoren hat bei der Möglichkeit, vermittelst festliegender Transformatoren auf weitere Strecken unter ausserordentlich hohen Spannungen leiten zu können, zu dem in so kurzer Zeit verbreiteten und verheissenden Ruf des Drehstromsystems beigetragen. An der einen der aufgestellten zwei grösseren Dynamomaschinen ist der gewöhnliche getheilte Collektor zu bemerken, dieselbe gehört also den Gleichstromdynamomaschinen an. Bei der anderen findet man jedoch vier isolirte Schleifringe, jeder derselben mit gesonderter Bürste versehen, die nach je einer Leitung führt. Der Besucher befindet sich hier vor einer erst seit wenigen Monaten bekannter gewordenen Maschinentype einer Mehrphasenstrommaschine. Nach Betrachtung der Schuckert'schen Schaltbretter, wobei der Vortragende auf die Anordnung der Instrumente und Leitungsschinen, sowie auf die Anschlüsse der Bleirohrmäntel der Kabel als dritten Leiter des verwendeten Dreileitersystems aufmerksam machte, wendete er sich zum Ausstellungsplatz der Firma Gebr. Naglo, der sich besonders des Abends durch seine reich mit bunten Glühlampen besetzte Einfriedigung, einen hübschen Anblick gewährend, kenntlich macht. Eine Dampfmaschine im Ausstellungsplatz treibt auf der einen Seite durch

Riemenübertragung eine zweipolige Gleichstrommaschine mit einem Trommelanker. Der Unterschied zwischen diesem und dem in der Schuckert'schen Anlage vorgeführten Ringanker besteht lediglich in der Form des Kernes und der Lage der Spulen. Bei dem ersten Anker liegen die letzteren über der Axe, sie erstrecken sich von einer Seite des Kernes zur andern, bei dem anderen hingegen sind die Spulen seitwärts zur Axe angeordnet. Auf der andern Seite der treibenden Dampfmaschine ist eine, in direkter Kuppelung mit derselben stehende, im Vortrag noch nicht erwähnte Maschinentype zu bemerken, eine Innenpolmaschine. Hier befinden sich die erregenden Magnete im Innern der Maschine, der drehbare Ring wird durch die Ankerspulen gebildet. Jede Spule stellt sich als eine einzige Windung dar, deren nach aussen liegende Seite durch Metallstreifen ersetzt worden ist, von welchen mittelst Schleifbürsten die Stromentnahme stattfindet. Die Maschine entbehrt also eines besonderen Collektors. Durch Farbenspiel fällt gegenüber dem ebenerwähnten Ausstellungsplatz die Firma Woodhouse & Rawson in's Auge. Die Eigenartigkeit der hier aufgestellten Wechselstrommaschine veranlasst zu näherer Betrachtung derselben. Der Antrieb der Maschine erfolgt durch eine Dampfmaschine der Firma Ruston Proctor & Co., die gleichzeitig noch eine kleine Gleichstrommaschine treibt, welche den erforderlichen Magnetisierungsstrom liefert. Die Wirkung der Wechselstrommaschine beruht auf fortwährender Aenderung des magnetischen Feldes. Ein eiserner Ring trägt nach innen gerichtete Spulen nebeneinander längs seiner ganzen Peripherie, die abwechselnd Magnet und Anker angehören. Der Zwischenraum der Spulen wird durch Drehung einer Trommel mit Eisenansätzen abwechselnd magnetisch geschlossen und geöffnet. Hierdurch werden, ähnlich dem im Telephon erzeugten Strom, in den Ankerspulen Induktionsströme erzeugt. Die Ankerspulen sind nun so mit einander verbunden, dass im selben Zeitmoment in allen die Stromrichtung die gleiche ist, die induzierten Ströme sich infolgedessen addieren. Das Ende einer Ankerspule und der Anfang der nächsten sind nicht verbunden, diese beiden Stellen bilden die Pole der Maschine und dienen zum Ableiten des erhaltenen Wechselstromes. Schon bei Eintritt in die Halle wird die Aufmerksamkeit der Besucher von einer Maschine wachgerufen, durch die am Collektor derselben stattfindende Funkenbildung, die den gesammten Verbesserungen und Vervollkommnungen im Dynamobau Hohn zu sprechen scheint. Die Maschine ist ausgestellt von der amerikanischen Firma Thomson-Houston. Zur Erklärung derselben wurden im Vortrag an einem aufgestellten Modell zunächst die vom Gramme-Pacinottischen Ring völlig verschiedenen Wicklungsverhältnisse erläutert. Die Maschine besitzt auf dem kugelförmigen Anker drei Spulen, welche jedoch keinen in sich geschlossenen Stromkreis bilden, sondern, einen Anker mit sogenannter offener Wicklung darstellen. Der Collektor besteht der Spulenzahl entsprechend aus

drei Lamellen, deren je eine mit dem Anfang einer Spule verbunden ist, während die drei anderen Spulen-Enden untereinander in leitender Verbindung stehen. Die Stromentnahme findet an zwei Stellen statt, um jedoch alle drei Spulen im Stromkreise zu haben und bei dem Uebergang von einer Lamelle zur andern keine Unterbrechung des Gesammtstromes hervorzurufen, sind die Bürsten in je zwei zu einander versetzte aber zusammengehörige getheilt. Diese Theilung dient ausserdem zur Regulirung der Maschine. Werden die gleichpoligen Bürsten nämlich von einander entfernt so fällt der gelieferte Strom, bei Annäherung steigt derselbe. Der Grund hierfür liegt in der längeren oder kürzeren Parallelschaltung je zweier Spulen. Diese Bürstenverschiebung geschieht automatisch durch einen Elektromagnet, der von einem Relais in Thätigkeit gesetzt wird. Die aussergewöhnliche Funkenbildung erfolgt durch die momentane Unterbrechung je einer Spule, während des Ueberganges der beiden Bürsten von einer Lamelle auf zwei und dadurch, dass Spulen verschiedener Wirkung parallel geschaltet und getrennt werden. Um die Funkenbildung wenigstens theilweise zu vermindern, ist auf der Axe der Maschine ein Gebläse angebracht, welches im entsprechenden Moment einen Luftstrom zwischen Bürste und Collektor sendet.

6) Ein Rundgang durch die elektrotechnische Ausstellung: An der Führung durch die Ausstellung betheiligten sich die Herren Telegraphencassier v. Nordheim und Herr O. Schöne. In der Maschinenhalle wurden insbesondere die im vorhergehenden Vortrag besprochenen Anlagen und sodann die noch nicht erläuterten an Ort und Stelle in eingehender Weise behandelt, nämlich diejenigen der Firmen W. Lahmeyer & Co. in Frankfurt a. M., Helios in Köln, Pokorny & Wittekind in Bockenheim, Einstein & Co. in München, Fritsche & Pischon in Berlin, C. & E. Fein in Stuttgart, Kummer & Co. in Dresden, Deutsche Elektricitätswerke in Aachen und Siemens & Halske in Berlin. Ausserdem wurden die Accumulatorenräume der Firma Gottfried Hagen, die Halle für Telegraphie und Telephonie und die Halle für Wissenschaft und Medizin, insbesondere die Hertz'schen Apparate und die Ausstellung des Physikalischen Vereins besichtigt.

IV. Vorträge von anderen Herren.

1) Herr Eugen Hartmann:

Ueber Gas-, Wasser- und Elektricitätszähler. Redner demonstrirte an von Herrn Pintsch in Bockenheim überlassenen Modellen, bei welchen der sonst durch ein einfaches Blechgehäuse verdeckte Mechanismus unter Glas sichtbar war, die Wirkungsweise der beiden Arten von Gasmessern, der nassen und der trockenen, darauf aufmerksam machend, dass bei der aichamtlichen Abnahme

dieser Apparate eine Genauigkeit von ± 2% verlangt und trotz der verhältnissmässig groben Mechanik geleistet wird. Auch die Einrichtung der Wassermesser, bei welchen man ebenfalls zweierlei Arten, gewissermassen nasse und trockene, unterscheidet, wurde an einem von Herrn Direktor Valentin zur Verfügung gestellten, theilweise durchschnittenen Exemplar erläutert. Die Genauigkeit der Wassermesser, insbesondere der nassen d. h. solchen, bei welchen die ganze Zähleinrichtung unter Wasser läuft, soll noch grösser sein als bei Gasmessern. In Frankfurt wird der Wasserkonsum bei grösseren Abnehmern durch solche Zählwerke berechnet, während bekanntlich das in den Haushaltungen verbrauchte Wasser mit einem gewissen Procentsatz des Miethwerthes der Wohnungen in Anrechnung kommt ohne Rücksicht auf den wirklichen Verbrauch. Die Construction der Elektrizitätszähler, die mit der Verbreitung von elektrischen Centralstationen an Bedeutung gewinnen, ist nicht so einfach als die der Gas- und Wasserzähler, weil der Verbrauch elektrischer Energie nur indirekt durch irgend eine Wirkung des Stromes bestimmt werden kann. Edison benutzt hierzu eine elektrolytische Wirkung, nämlich die Gewichtsabnahme der positiven Elektrode eines Zinkvoltmeters. Ferranti verwendet die durch Annäherung eines Elektromagnets erzielte Rotation des von radialen Strömen durchsetzten Quecksilbers. Forbes setzt einen Theil des Stromes in einer Eisenspirale in Wärme um und lässt durch den aus derselben aufsteigenden Luftstrom ein Windrad treiben. Ein Zähler auf diesem Prinzip eignet sich auch für Wechselströme. Aron misst den verbrauchten Strom durch Voreilung einer Uhr, deren magnetarmirtes Pendel unter dem Einfluss des Stromes steht. Eine grosse Anzahl anderer Construktionen wurde vorgeschlagen, u. a. die Summirung der Angaben eines Ampèremeters in bestimmten Zeitintervallen, und zwar in den verschiedensten Lösungen; so von Imhoff, Siemens, Volkert, Einstein. Auch der Vortragende construirte vor mehreren Jahren einen derartigen Apparat, bei dem durch ein sich durch den Strom selbstaufziehendes, einfaches Uhrwerk jede Minute der Zeiger eines Ampèremeters mit proportionaler Skala auf den Nullpunkt zurückgeführt und der hierbei beschriebene Weg durch ein Zählwerk summirt wird. Derselbe, von der Firma Hartmann & Braun ausgeführt, wurde im Betrieb vorgezeigt; ebenso ein anderer von derselben Firma hergestellter Elektricitätszähler, System Wilkens, der auf der Wirkung des bekannten Barlow'schen Rades beruht. Eine Kupferscheibe, durch welche in der Axe eintretend und an der Peripherie austretend mittels Quecksilberrinnen der zu verbrauchende Strom geleitet wird, ist zwischen den Polen eines kräftigen im Nebenschluss liegenden Elektromagnets drehbar gelagert und bewegt sich unter dem Einfluss des letzteren, dessen Dimensionen so gewählt sind, dass er gleichzeitig erregend und bremsend wirkt. Die Umdrehungsgeschwindigkeit dieser

Unipolarmaschine ist in sehr weiten Grenzen der durch die Scheibe geleiteten Stromstärke proportional und ist in ähnlicher Weise wie bei den obigen Zählern an einem Zifferblatt ablesbar. Ohne Zweifel wird in nicht zu ferner Zeit auch bei den Elektricitätszählern eine aichamtliche Beglaubigung eingeführt werden, wozu sich übrigens durchaus nicht alle genannten Construktionen eignen werden.

---

2) Herr Dr. Emil Erlenmeyer aus Bonn:
Ueber Theerfarbstoffe.

3) Herr Dr. R. de Neufville:
Ueber die Reduction oxydischer Verbindungen vermittelst Magnesium.

4) Herr Dr. A. Elsas aus Marburg:
Ueber neue Anwendungen des Telephons zu elektrischen Messungen.

5) Herr Professor Dr. K. Waitz aus Tübingen:
Ueber den physischen Zustand und die Veränderung der Sonne.

6) Herr Dr. F. S. Archenhold aus Berlin:
Physikalische Beiträge zur neueren Kosmogonie.

7) Herr Dr. G. Pulvermacher aus Berlin:
Ueber die Kohlenhydrate.

Ausserordentliche Vorlesungen.

Ueberblick über die Elektrotechnik.

Populäre Experimentalvorträge,
gehalten von Herrn Dr. *J. Epstein.*

Dieser Cursus von 12 Vorträgen, der zugleich als Vorbereitung für die internationale elektrotechnische Ausstellung zu Frankfurt a. M. im Sommer 1891 diente, fand im Winter 1890/91 Donnerstag Abends von 7—8 Uhr im Hörsaal statt. Bei der sehr grossen Theilnahme machte sich eine Wiederholung der Vorträge in gedrängterer Form nothwendig, in welcher sie im Nachfolgenden ausführlich wiedergegeben sind.

Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungs-Anstalt.

Das Elektrotechnische Comité des Vereins bestand im Vereinsjahr 1890/91 aus den Herren: Ingenieur E. Hartmann, Vorsitzender, Telegraphen-Cassirer H. Ehricke, Dr. J. Epstein, Prof. Dr. G. Krebs, Dr. Oskar May, Telegraphen-Cassirer P. v. Nordheim, Dr. Th. Petersen und Th. Trier.

Die Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt wurde von Herrn Dr. J. Epstein geleitet. Als Assistenten fungirten die Herren Duberow (Wintersemester 1890/91) und Schöne (Sommersemester 1891).

Den Unterricht in den Spezialfächern hatten auch im verflossenen Jahre eine Reihe von in der Praxis stehenden Fachleuten zu übernehmen die Güte. Es ertheilten den Unterricht über:

Allgemeine Elektrotechnik, Dynamokunde: Herr Dr. J. Epstein.

Beleuchtungstechnik: Herr Dr. Oskar May.

Elemente und Akkumulatoren: Herr Telegraphen-Cassirer Ehricke (Wintersemester), bez. Herr Dr. Bruger (Sommersemester).

Instrumentenkunde: Herr E. Hartmann.

Mathematik und Physik: Herr Duberow.

Motorenkunde und Zeichnen: Herr Ingenieur C. Brockmann.

Telegraphie und Telephonie: Herr Telegraphen-Cassirer Ehricke (Wintersemester), bez. Herr v. Nordheim (Sommersemester).

Die praktischen Uebungen wurden von Herrn Dr. J. Epstein in Gemeinschaft mit dem Assistenten geleitet.

Zum Bedauern des Comités sahen sich Herr Dr. Bruger und Herr Telegraphen-Cassirer Ehricke infolge anderweitiger Inanspruchnahme bez. Wegzug genöthigt, ihre Thätigkeit an der Schule niederzulegen. Der Vorstand verfehlt nicht, beiden Herren, die seit der Gründung der Anstalt dieselbe durch ihre thätige Mitarbeiterschaft unterstützten, auch an dieser Stelle seinen Dank auszusprechen.

Als Schüler gehörten im Wintersemester 1890/91 folgende Herren der Lehranstalt an:

H. Alberti aus Schleiz,
Raimund Lefenda aus Olmütz,
Heinrich Petry aus Bad Ems,
G. Diemar aus Cassel,
Carl Köber aus Heilbronn,
Reinhard Dietze aus Grossvoigtsburg,
G. Ziem aus Memel,
M. Bernhardt aus Leisnig,
W. Lang aus Düsseldorf,
J. Zeidler aus Engelhaus bei Karlsbad,
O. Schöne aus Dresden,
L. Huber aus Straubing,
P. Manfroni aus Reichenbach,
E. Stoffregen aus Salzdetfurth,
O. Bühring aus Calbe,
O. Carliczek aus Königshütte,
H. Schmidt aus Uttenreuth,
Fr. Hoffmann aus Trautenau,
P. Mehrtens aus Bremerhaven.

Im Sommersemester 1891 wurde die Anstalt besucht von den Herren:
E. Ohl aus Hanau,
W. G. Scheidel aus Frankfurt a. M. (trat vor Beendigung des Cursus aus),
Heinrich Kleinespel aus Gahlen, Kreis Duisburg,
Fritz Breitländer aus Wattfeld, Kreis Hamm,
Carl Kaefer aus Wismar,
J. Spoerri aus Niederglatt, Kanton Zürich,
A. Dankwort aus Bernburg,
Wilhelm Vogt aus Darmstadt,
Friedrich Kraus aus Erlangen,
Friedrich Göhner aus Thaudingen i. Schwarzwald (trat vor Beendigung des Cursus aus).

Das Entgegenkommen hiesiger und auswärtiger Kreise ermöglichte eine Reihe lehrreicher Exkursionen.

Es wurden besucht im Wintersemester 1890/91:
Station der elektrischen Bahn in Oberrad,
Städtische Centralstation und Beleuchtungsanlage im Grossherzoglichen Hoftheater in Darmstadt,
Lichtstation am städtischen Hafen,
Licht- und Signalanlagen im städtischen Opernhaus,
Lichtanlage in der Frankfurter Margarinfabrik,
Lichtanlage im Restaurant Kaiserhof,
Lichtanlage im Palmengarten,

Blitzableiteranlagen auf dem städtischen Opernhaus,
desgl. in der städtischen Bibliothek und
desgl. in dem Börsengebäude.

Im Sommer 1891 bot die Elektrotechnische Ausstellung ein überaus wichtiges Lehrmaterial. Es wurden dorthin 14 Exkursionen unternommen, für welche der Vorsitzende der Ausstellung, Herr L. Sonnemann, Herr Dr. O. May und Herr Dr. H. Rössler die erforderliche Zahl von Eintrittskarten der Anstalt gütigst überwiesen hatten.

Die mannigfachen, durch die elektrotechnische Ausstellung bedingten Arbeiten, an denen sich der Leiter der elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt als Mitglied im vorbereitenden Ausschusse und als Schriftführer der Prüfungscommission, wie des Elektrotechnikercongresses betheiligte, liessen auch im vergangenen Jahre der Untersuchungsanstalt die ihr gebührende Aufmerksamkeit noch nicht zuwenden. Sie beschränkte sich auf Ausführung der ihr überwiesenen Untersuchungen. Während die Organisation der Lehranstalt als abgeschlossen betrachtet werden kann, soll nunmehr in höherem Maasse als bisher Gewicht auch auf den Ausbau der elektrotechnischen Untersuchungsanstalt gelegt werden.

Die sich mehrende Arbeit bedingte im vergangenen Jahre die Schaffung einer Assistentenstelle, sowie dauernde Einstellung eines Mechanikers.

Von Neuanschaffungen sind zu erwähnen:
Kurbelrheostaten,
Voltmeter und Ampèremeter für Vorlesungszwecke,
Vernickelungsbad nebst Zubehör,
Torsionsgalvanometer nebst Widerstandskasten für schwächere Ströme,
Torsionsgalvanometer nebst Widerstandskasten für stärkere Ströme,
Holzmodelle für den Zeichenunterricht,
Wattmeter nebst zugehörigem Widerstandskasten,
Elektrometer und
Normalthermometer.

Als Hospitanten nahmen im vergangenen Jahre 20 Herren an einzelnen Unterrichtsstunden Theil. Von der gebotenen Gelegenheit zur Fortbildung durch Theilnahme an einzelnen Unterrichtsfächern machten ausser hiesigen Mechanikern und sonstigen Interessenten insbesondere auch mehrere Monteure und Beamte, die während der elektrotechnischen Ausstellung hier beschäftigt waren, Gebrauch.

Am Blitzableiter-Cursus, der von Herrn Dr. W. A. Nippoldt abgehalten wurde, betheiligten sich die Herren:
H. Cordes, städtischer Bauaufseher in Mainz,
L. K. Erckmann, Mechaniker in Frankfurt a. M.,
J. Greff, Schlossermeister in Pfungstadt,

Haubach, Schlossermeister in Giessen,
H. Högg, städtischer Bauinspektor in Mainz,
C. Rumpf, städtischer Bauführer in Darmstadt,
S. Schneider, Mechaniker in Frankenthal,
Stumpf, städtischer Bautechniker in Giessen.

Im elektrotechnischen Laboratorium arbeiteten die Herren:
B. S. Hartley aus Blandford, England,
H. Hoff aus Glückstadt,
H. Stapelfeldt aus Kaemitz,
Th. Vennemann aus Wesel.

Auf Anregung hiesiger Gymnasiallehrer fand unter Leitung von Herrn Dr. Epstein im Wintersemester ein praktischer Cursus im elektrotechnischen Laboratorium statt. Derselbe sollte den Lehrern der Physik im Hinblick auf die bevorstehende elektrotechnische Ausstellung Gelegenheit bieten, sich mit elektrotechnischen Methoden und Vorrichtungen vertraut zu machen. Es nahmen daran Theil die Herren:
Dr. P. Bode,
Dr. H. Dobriner,
F. Gleim,
Dr. H. Heddäus,
Dr. L. Heuser,
G. Klinkert,
Dr. C. Müller,
A. Riese,
Dr. W. Reinhardt,
Dr. A. Sonntag,
L. Stelz,
E. Strauss und
W. Zint.

Auch im vergangenen Jahre bewiesen die betheiligte Industrie und weitere Kreise durch eine Reihe werthvoller Geschenke ihr reges Interesse an den Bestrebungen unserer elektrotechnischen Lehranstalt; insbesondere überwies eine Reihe von Fabriken in technischen Mess-Instrumenten und charakteristischen Einzelheiten derselben ein Unterrichtsmaterial, auf welches besonderer Werth zu legen ist, und setzte die Aktiengesellschaft Helios in Köln durch Ueberweisung einer Wechselstrommaschine die Anstalt in den Stand, das Gebiet des Wechselstromes in vollem Umfang in den Unterricht und die praktischen Uebungen aufzunehmen.

An Geschenken sind zu verzeichnen:

Von Herrn Prof. Aron in Berlin: Werk eines Elektrizitätszählers.

Von der Maschinenfabrik Esslingen: Schaltapparate und Sicherungen.

Von Herren C. & E. Fein in Stuttgart: Handdynamomaschine.

Von Herrn Gottfried Hagen in Kalk: Akkumulatorenplatten auf verschiedenen Fabrikationsstufen.

Von Herrn E. Hartmann dahier: Ampèremeter unmontirt, nebst Einzeltheilen aus der Werkstätte von Hartmann & Braun in Bockenheim.

Von der Aktiengesellschaft Helios in Köln-Ehrenfeld: Wechselstrommaschine und Transformator.

Von den Farbwerken vorm. Meister Lucius & Brüning in Höchst a. M.: Bogenlampe.

Von Herrn Prof. Meyer in Frankfurt a. M.: Abschnitt des ersten transatlantischen Kabels.

Von den Herren Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen: Milliampèremeter, Graphitrheostat.

Von Herren Schuckert & Co. in Nürnberg: Ampèremeter, desgl. unmontirt, Voltmeter, desgl. zum Auseinandernehmen.

Von Herren Siemens & Halske in Berlin: Ampèremeter, desgl. unmontirt, Voltmeter, desgl. unmontirt.

Von Herrn Theodor Trier in Frankfurt a. M.: Normalwiderstände.

Von der Vereinigung Mannheimer und Ludwigshafener Industrieller: Elektrometer (nach Prof. Braun), Lampe und Spiegeleinrichtung für Vorlesungsgalvanometer.

Der Vorstand des Physikalischen Vereins gestattet sich, allen denen, die durch Ueberweisungen oder sonstiges Entgegenkommen die Ziele seiner elektrotechnischen Anstalt in so wesentlicher Weise gefördert haben, nochmals verbindlichen Dank auszusprechen.

Chemisches Laboratorium.

Das chemische Laboratorium stand unter der Leitung des Docenten Herrn Dr. B. Lepsius.

Als Assistent fungirte im Wintersemester 1890/91 Herr E. Sack, im Sommersemester 1891 Herr Dr. Jacobi.

Frequenz. Theils semesterweise, theils monatsweise arbeiteten im Laboratorium

im Wintersemester 1890/91:	im Sommersemester 1891:
die Herren:	
Dr. Gissel	Foucar
Herron	Hartley
Jung	Heussler
Krebs	Hilkowitz
Leisewitz	Leisewitz
Niederhofheim	Reis
Dr. Pollini	Schnabel
Storrs	Wollstädter.
Wüst.	

Mittheilungen.

Gedächtnissrede für Wilhelm Weber

gehalten von

Professor Dr. W. Kohlrausch

am 18. Juli 1891.

Hochgeehrte Versammlung!

Als mir von Seiten des Physikalischen Vereins und der elektrotechnischen Gesellschaft zu Frankfurt a. M. die Aufforderung zuging, dem Andenken Wilhelm Webers das Wort zu leihen, habe ich diesen Gedanken mit grosser Freude ergriffen und mich, ohne eigentlich recht zu bedenken, was ich übernahm, bereit erklärt, wenigstens nach meinen Kräften dieser Aufgabe gerecht zu werden. Aber je näher ich der Sache trat, desto schwieriger ist sie mir erschienen und besonders deshalb schwierig, weil ich Ihnen ja in kurzer Zeit, soweit das überhaupt möglich ist, einen Ueberblick über Webers wissenschaftliche und über Webers rein menschliche Bedeutung geben soll und viel kann es selbstverständlich nicht sein. Ich will versuchen, in kurzen Zügen besonders Webers Bedeutung für die heutige Wissenschaft hervorzuheben und Sie mit dem Manne selbst, wenn Sie nicht mit ihm bekannt gewesen sein sollten, wenigstens einigermassen vertraut zu machen.

Weber entstammt einer Familie, der es vergönnt gewesen ist, ausserordentlich viele bedeutende Männer hervorzubringen. Wir haben auch nach seinem Tode unter den Gelehrten Deutschlands noch mehrere Glieder der Familie Weber, die an der Spitze der Wissenschaft stehen. Wilhelm Weber selbst hat keine eigene Familie gehabt. Er ist im Jahre 1804 als Sohn des Theologen Michael Weber in Wittenberg geboren und ist daselbst auch gross geworden. Seine Schulbildung und die Grundlage für seine späteren wissenschaftlichen Forschungen hat er auf dem Pädagogium des Waisenhauses in Halle bekommen, die eigentliche Anregung aber zu dem

Ernst seines Strebens wohl durch seinen älteren Bruder, Ernst Heinrich Weber, der zu jener Zeit Professor in Leipzig war. Ernst Heinrich hatte offenbar in dem jungen Wilhelm schon sehr früh die Gabe erkannt, zu forschen und — das ist ja für den Physiker am Ende das Wesen des Forschens — zu sehen. Er hat erkannt, dass Wilhelm Weber die Augen offen hatte, soweit es Naturbeobachtung der einfachsten, wie der complicirtesten Art betraf; er hat, als Wilhelm noch studirte, mit ihm zusammen gearbeitet bei der Erforschung der Wellenlehre und hat später wissenschaftlich noch viel mit ihm verkehrt. Sie haben sich gegenseitig angeregt. Jedenfalls verdankt Wilhelm dem älteren Bruder Ernst Heinrich für seine wissenschaftliche Entwicklung ausserordentlich viel.

Weber hatte seine akademische Laufbahn in Halle begonnen, wo er im Jahre 1826 auf Grund einer auch jetzt noch mustergültigen Arbeit über Zungenpfeifen promovirte und sich auf Grund einer Fortsetzung und Verallgemeinerung dieser Arbeit 1827 habilitirte, ist dann ein Jahr später ausserordentlicher Professor in Halle geworden und im Jahre 1831 in den Kreis der Wirksamkeit getreten, in dem er mit einer kurzen Unterbrechung nachher sein ganzes Leben lang geblieben ist. Er wurde im Jahre 1831 ordentlicher Professor der Physik in Göttingen.

Von dieser Zeit datirt das enge Verhältniss zwischen Weber und Gauss. Gauss war ja nicht ganz unerheblich älter als Weber, aber auch er hat offenbar in dem jungen Weber damals gleich den Mann gesehen, den er für seine Forschungen brauchte, den er anregen konnte, auf den Gebieten zu arbeiten, die ihm selbst nahe lagen, und von dem er hoffen durfte, Anregung wieder zu empfangen. Gauss war eine ganz besonders mathematisch angelegte Natur, aber ein ausgezeichneter Physiker ausserdem, Weber ganz vorzugsweise Experimentalphysiker und so ist die Ergänzung der beiden Naturen eine ausserordentlich glückliche gewesen. Weber hat gerade in den ersten Jahren in Göttingen hauptsächlich zusammen mit Gauss, theilweise auch mit seinem jüngeren Bruder Eduard Weber zusammen wissenschaftlich gewirkt, bis im Jahre 1837 bekanntlich das Ereigniss in der Monarchie Hannover eintrat, das ihn und eine ganze Anzahl seiner Collegen zwang, ihre Stellungen aufzugeben und theilweise das Land zu verlassen.

Es war bekanntlich Ernst August im Juli des Jahres 1837 in Hannover zur Regierung gekommen und es ist ebenso bekannt, dass dessen pekuniäre Verhältnisse damals nicht gerade sehr befriedigende waren. Schon nach viermonatlicher Regierung hat er das im Jahre 1833 aufgestellte hannover'sche Staatsgrundgesetz aus eigener Machtvollkommenheit umgestossen und es haben sich damals Wenige in Hannover gefunden, die gegen diesen Akt der Eigenwilligkeit und Gewaltthätigkeit protestirten. Das Ministerium und die ihm zunächst stehenden Beamten haben sich gefügt, und es ist wohl wesentlich von Dahlmann, der selbst hauptsächlich Verfasser des Staatsgrundgesetzes von 1833 war, die Anregung dazu ausgegangen, dass eine Anzahl Göttinger Professoren sich zusammen-

thaten und es aussprachen, dass dieser Umsturz des Staatsgrundgesetzes einen Bruch des Verfassungseides bedeute. Die Collegen, die damals gemeinsam vorgingen, waren vorzugsweise Dahlmann, Albrecht, dann Gervinus, zwei Brüder Grimm, Ewald, der auch später noch in Göttingen gelebt hat, und Wilhelm Weber. Sie reichten einen Protest ein an das Curatorium der Universität als diejenige Behörde, die ihnen zunächst stand, worin sie im wesentlichen erklärten: „Wir betrachten das Staatsgrundgesetz als bestehend." Es wurde ihnen damals von dem Curatorium angedeutet, dass sie ja selbstverständlich durch ihren Protest Nichts erreichen würden und es wurde ihnen nahe gelegt, den Protest zurückzuziehen. Man wollte ihn nicht veröffentlichen; man fürchtete sogar, dass der König überhaupt Kunde von ihm bekam. Auch da ist es wieder hauptsächlich Dahlmann gewesen, der daran festhielt, das, was er einmal in bester Ueberzeugung rechtens zusammengefügt hatte, auch zu vertheidigen. Dahlmann hat damals erklärt, er müsse ja in Zukunft lehren, dass Recht sei, was den Machthabern gefalle, das aber vertrage sich mit seinen Ansichten vom Recht nicht; er würde infolge dessen an dem Proteste festhalten und die sämmtlichen Collegen hielten mit ihm fest. Der Erfolg war vorauszusehen. Es wurde nach kurzer Zeit, schon im Dezember, die Entlassung der „Sieben" verfügt; es wurde ausserdem verfügt, dass drei, es waren Dahlmann, Gervinus und Jakob Grimm, die vorzugsweise die Verbreitung des Protestes besorgt hatten, auch des Landes verwiesen wurden und es gingen mit ihnen die Meisten der „Sieben" aus dem Lande. Es ist damals bekanntlich in ganz Deutschland eine bedeutende Erregung entstanden über diese Massregelung der „Sieben", und aus verschiedenen Aeusserungen Ernst Augusts geht hervor, dass er später vielleicht froh gewesen wäre, wenn er den Schritt hätte rückgängig machen können. Weber blieb in Göttingen, jedoch nicht für lange Zeit; er wurde schon 1842 nach Leipzig berufen und hat dann sieben Jahre daselbst als Professor der Physik gewirkt, bis er nach den Unruhen von 1848 im Jahre 1849 ebenso wie Ewald, nach Göttingen zurückberufen und in seine frühere Stellung wieder eingesetzt wurde.

Theils aus den früheren Jahren, theils von 1849 an datiren Webers wissenschaftliche Arbeiten, die sich bis in die siebenziger und achtziger Jahre hinein erstrecken. Er hat bis zum Herbst des Jahres 1876 seine Lehrthätigkeit fortgesetzt, damals 72 Jahre alt. Aber wissenschaftlich hat er weiter gearbeitet, wenn auch seitdem nur wenige Publikationen von ihm erschienen sind. Die letzten Jahre hat er auf seinem kleinen Besitz in Göttingen verbracht und vor wenigen Wochen ist er aus dem Diesseits geschieden.

Die Arbeiten Webers kann ich Ihnen selbstverständlich kaum alle aufzählen und noch viel weniger kann ich Sie in seine gesammten wissenschaftlichen Forschungen einführen. Ich will solche Gegenstände herausgreifen, die allgemeines Interesse, die besonders Bedeutung haben für die heutige Entwickelung der Wissenschaft; damit muss ich mich begnügen.

Es war zunächst die Wellenlehre, durch die Wilhelm Weber an die Oeffentlichkeit trat. Ernst Heinrich Weber hat mit Wilhelm zusammen das Werk „die Wellenlehre, auf Experimente gegründet" herausgegeben und schon danach herrscht kein Zweifel, dass mindestens ein Theil der Gedanken, die in der Wellenlehre enthalten sind, von dem damals sehr jungen Weber, — das Buch ist 1825 erschienen, Weber war also 21 Jahre alt — herrühren. „Die Wellenlehre" beschäftigt sich zunächst, ja vorzugsweise mit den Erscheinungen der Wellen im Wasser. Es war über die Art, wie die Wellen zu Stande kommen, damals so gut wie gar Nichts bekannt. Es gelang auf Grund experimenteller Forschungen den beiden Brüdern, festzustellen, dass die Ursache aller Wellenbewegung im Wasser Kreisbewegungen der einzelnen Wassertheilchen sind, und zwar nicht etwa molekulare Bewegung, sondern Bewegung in grossen Bahnen, unter Umständen in Bahnen von meterweitem Durchmesser. Stellen wir uns vor, dass eine Anzahl von Wassertheilchen, die nebeneinander der Wasseroberfläche naheliegen, kreisförmige Bahnen beschreiben. Stellen wir uns weiter vor, dass die Mittelpunkte der einzelnen Kreise, in denen sich benachbarte Theile bewegen, um den horizontalen Abstand dieser Theile in denselben horizontalen in der Kreisebene gelegenen Graden voneinander entfernt sind, zugleich aber jedes Theilchen auf seinem Kreise gegen das vorige um einen bestimmten Bruchtheil des ganzen Umfanges verschoben ist. Wir bekommen dann durch Aneinanderreihung der Punkte, in welchen zur Zeit die Wassertheilchen sich befinden, eine Curve, welche genau der Curve der gewöhnlichen und zwar ruhigen Wasserwellen entspricht, und es ist thatsächlich, vorausgesetzt, dass die Tiefe des betreffenden Wassers und die Grösse der Oberfläche genügend ist, die Wellenbewegung des Wassers vollständig durch diese Kreisbewegungen der einzelnen Theile erklärt.

Die beiden Weber haben festgestellt, dass die Grösse der Wasserwellen, also die Höhe der Wellen auf dem Ozean u. s. w. wesentlich abhängt von der Tiefe des Wassers und der Grösse der Oberfläche. Sie haben sich von Schiffern deren Erfahrungen über die vorkommenden Erscheinungen mittheilen lassen und diese Mittheilungen sämmtlich in sehr eigenthümlicher und sehr interessanter Weise auf ihre Glaubwürdigkeit geprüft — es ist ausserordentlich hübsch, diese Wellenlehre zu lesen — und sind im Stande gewesen, aus der eben erwähnten Bewegung der Wassertheilchen die sämmtlichen Erscheinungen zu erklären. Sie haben ferner gefunden, dass bei flachem Wasser, besonders also dann, wenn die Wellen sich dem Strande nähern, die Kreise allmählich in Ellipsen mit horizontaler grosser Achse übergehen, dass der vordere Theil der dem Strande zueilenden Welle mit abnehmender Geschwindigkeit sich bewegt, weil alle Wellengeschwindigkeiten, von der Tiefe des Wassers abhängen und mit ihr ab- und zunehmen und dass, da die dem Strande zueilenden Wellen an der Vorderseite ihre Köpfe vorschieben, die gewaltigen Erscheinungen der Brandung sich ergeben müssen. Das Ueberstürzen der Wellen ist also

eine Folge davon, dass der vordere Theil der Welle zurückgehalten wird, die späteren Theile nacheilen und nun der Kopf überschiesst.

Die Gebrüder Weber haben untersucht, wie die besonderen und ausnahmsweise hohen Wellen entstehen; sie haben gefunden, dass durch Uebereinanderlagerung sich kreuzender Wellenzüge diese Erscheinung entstehen kann, kurz sie haben, soweit es überhaupt damals geschehen konnte, die Theorie der Wasserwellen so vollständig, wie möglich, erledigt. Sie haben endlich untersucht, inwiefern die bekannte Erscheinung zu erklären ist, dass, wenn man Oel auf die Wasserwellen giesst, sie zwar nicht als Wellen ohne weiteres verschwinden, aber doch sich bedeutend beruhigen. Zu vollkommenen Resultaten sind sie allerdings hier nicht gekommen. Aber bekanntlich haben sich solche Resultate bis heute noch nicht ergeben. Im Anschluss an die Erforschung der Wasserwellen sind dann in etwas weniger eingehender Art in der „Wellenlehre" die Schallwellen behandelt.

Die erste wissenschaftliche Arbeit, die von Weber allein herrührt, ist die über Zungenpfeifen, auf Grund deren er in Halle promovirt wurde. Er hat damals den sehr innigen Zusammenhang zwischen der in der Zungenpfeife schwingenden Zunge und der in dem Körper der Pfeife schwingenden Luftsäule erläutert, hat untersucht, inwieweit die Zunge im Stande ist, sich verschieden schwingenden Luftsäulen anzupassen, hat die Töne, die durch Zungenpfeifen hervorgebracht werden können, klassifizirt, und hat eine Theorie der Vorgänge, wenigstens zunächst ein System dafür aufgestellt. Diese Arbeit über Zungenpfeifen ist auch heute noch im Wesentlichen die Grundlage dessen, was man über Zungenpfeifen und mit diesen über Lippenpfeifen und so weiter erforscht hat. Eine Erscheinung, die den meisten von Ihnen bekannt sein dürfte, hat Weber als Dozent in Halle untersucht. Wenn man eine Stimmgabel anschlägt, sie an das Ohr hält und sie um ihre Axe dreht, so findet man einzelne Stellungen der Gabel, in denen man den Ton nicht hören kann. Weber hat gefunden, dass diese — uns als Interferenz bekannte — Erscheinung dadurch entsteht, dass Wellenzüge und zwar selbstständige Wellenzüge von den verschiedenen Flächen und Kanten der Stimmgabel ausgehen, und dass durch das Zusammentreffen dieser Wellenzüge einzelne Curven und Flächen in dem ganzen System entstehen, in welchen die verschiedenen Wellenzüge sich gegenseitig vernichten und in denen daher eine Einwirkung auf das Hörorgan nicht stattfinden kann. Diese Arbeiten liefern zunächst nur den Nachweis, dass Weber in keiner Weise einseitig geforscht, vielmehr versucht hat seine Thätigkeit, sobald er eine Arbeit angriff, möglichst über alle naheliegenden Gebiete auszudehnen. Seine wesentlichsten Forschungs-Gebiete sind neben Mechanik und Akustik vor allen Magnetismus und Elektrizität.

Eine wichtige Arbeit muss ich aber vorerst erwähnen, die ein ganz anderes Gebiet streift, das ist die „Mechanik der Gehwerkzeuge", verfasst von Wilhelm Weber und dem jüngeren Bruder Eduard Weber, der zu der Zeit, als die Arbeit erschien, im Jahre 1836, Professor in Leipzig war.

Es ist ein Mangel unserer heutigen Forschung, dass, während die Einzelgebiete bis in's Aeusserste durchgearbeitet werden, so dass man unter Umständen kaum glauben sollte, es sei noch Etwas zu finden und zu suchen, gerade die Grenzgebiete der verschiedenen Wissenschaften erst ganz in neuerer Zeit in Bearbeitung genommen worden sind, theilweise noch ganz brach liegen. Es liegt dies naturgemäss an dem Gange unserer Bildung.. Jemand, der das Studium einer Wissenschaft zu seinem Lebenszweck gemacht hat, sucht in seiner Studienzeit vor allen Dingen diese Wissenschaft sich zu eigen zu machen und es liegt ihm wenig nahe, benachbarte Gebiete ebenso gründlich zu bearbeiten, wie sein Hauptgebiet. Es ist ganz zweifellos, dass wenn Jemand ein ebenso tüchtiger Physiker ist, wie Chemiker, ihm ein ausserordentlich weites Gebiet zur Bearbeitung offensteht; das Gleiche ist der Fall, wenn Jemand ein ebenso tüchtiger Mediziner und Anatom ist wie Physiker. Aber solche Menschen sind äusserst selten, sie werden sogar in unserer Zeit der Spezialisirung der Wissenschaften immer seltener.

In der gemeinsamen Arbeit der Brüder Weber haben wir einen schlagenden Beweis, wie aus dem Zusammenwirken zweier Männer verwandter Wissenschaften eine Arbeit entstehen kann, die vielleicht in Jahrhunderten nicht entstanden wäre. Wilhelm Weber war Physiker, Eduard Weber wesentlich Anatom und Physiologe. Sie haben sich zusammengethan, um einen Vorgang zu erforschen, der infolge der Regelmässigkeit, mit der er sich vollzieht, infolge der Einfachheit und der Leichtigkeit, mit der er im Laufe der Jahrtausende von den Menschen gelernt und geübt ist, die Frage nahe legt: Welche Naturgesetze, vielleicht auch welche mathematischen Formeln sind geeignet, diesen Vorgang zu erklären? Und diese Erscheinung ist das menschliche Gehen. Die Brüder Weber haben sich gefragt: Lässt sich die Bewegung des Gehens, das Arbeiten der Glieder u. s. w. nicht mathematisch verfolgen? Sollten da nicht bestimmte Gesetzmässigkeiten vorliegen?

Die aus dieser Frage entstandene Arbeit ist ausserordentlich reich an schönen Erfahrungen und an überraschenden und fesselnden Resultaten. Ich will aber, um nicht zu weit zu gehen, nur Weniges daraus anführen. Die Untersuchung hat ergeben, dass — und das ist ein Ergebniss, das man nicht auf den ersten Blick einsieht — z. B. bei einem Menschen, wenn er seine Schritte beschleunigt, das heisst, wenn er die Zeitdauer eines Schrittes verkürzt, gleichzeitig die Schritte länger werden. Es ist ferner durch die Arbeit nachgewiesen worden, dass das am Körper hängende Bein beim Aufheben nicht etwa durch Muskelkraft getragen wird, auch nicht durch Muskelkraft nach vorn bewegt werden muss, sondern dass es als Pendel vorschwingt und zwar so genau als Pendel vorschwingt, dass die Länge eines Beines ohne Weiteres durch Rechnung nun auch die Zeitdauer eines Schrittes feststellen lässt. Das vorschwingende Bein ist einfach ein Pendel und die Länge des Schrittes, den wir ohne weitere Ueberlegung, ohne Absicht, schnell oder langsam zu gehen, machen, liegt nicht

in unserer Hand, sondern ist gegeben durch unsere Statur und durch die Länge des Beines, mit dem wir arbeiten. Das freischwingende Bein muss nicht durch Muskelkräfte oder durch Bänder oder Sehnen getragen werden. Ich erinnere daran, wie unbequem es ist, in schweren Stiefeln zu gehen. Man sollte meinen, wenn man das ganze schwere Bein bewegen muss, so müsse es gleichgültig sein, ob man noch ein Pfund oder etwas mehr mitbewegt. Das ist nicht der Fall, weil wir eben das Bein gar nicht durch Muskelthätigkeit regieren, sondern weil das Bein zunächst als Pendel schwingt und ferner, weil das Bein getragen wird durch den Druck der atmosphärischen Luft und zwar in der Weise, dass die Fläche der Gelenkpfanne im Hüftgelenk in ihrer Grösse so bemessen ist, dass der Luftdruck multiplizirt mit der Fläche der Gelenkpfanne im Durchschnitt gleich dem Gewicht des Beines ist. Es ist also der Luftdruck, welcher das Bein trägt, und der einfachste Beweis ist durch die Brüder Weber dadurch geführt worden, dass sie an Leichen experimentirten, bei denen, obschon im Hüftgelenk sämmtliche Bänder, Muskeln u. s. w. durchschnitten worden waren, das Bein noch getragen wurde und erst dann herabfiel, wenn oben durch die Gelenkpfanne von innen her ein Loch gebohrt wurde, durch welches Luft eintreten konnte. Das sind alles Dinge, die eigentlich dem Physiker ferne liegen; aber schlagend beweisen sie, mit welch' offenen Augen Weber arbeitete. Es war sein Wesen, zu forschen; er wollte finden, was Wahrheit war. Ob es in direktem Zusammenhang mit dem Leben stand, lag ihm zunächst fern. Aber er hat manchen glücklichen Griff gethan, und gerade das gefunden, was man brauchte.

Die magnetischen und elektrischen Forschungen Webers sind so zahlreich, berühren so viele Gebiete, dass wir uns auch da auf das Allerwichtigste beschränken müssen, was eben geeignet ist, um seine Bedeutung wenigstens einigermassen zu erkennen. Es war zunächst ein grosses Werk, welches Gauss und Weber zusammen in Scene setzten: die Gründung des „Magnetischen Vereins.“ Es galt die Kräfte des Erdmagnetismus kennen zu lernen und besonders die Eigenthümlichkeiten ihrer Veränderungen zu erforschen. Man ist vielleicht damals von dem Gedanken ausgegangen, dass man durch solche Untersuchung der Veränderungen des Erdmagnetismus möglicherweise das Wesen desselben ergründen könnte, doch hat sich im Laufe der Jahre wohl gezeigt, dass man auf diese Art nicht dazu kommt. Immerhin aber haben sich sehr interessante Aufschlüsse ergeben über den Zusammenhang der Veränderungen der Stärke des Erdmagnetismus mit denen der Abweichung des magnetischen Meridians vom geographischen und denen der Neigung des Erdmagnetismus gegen die Horizontale. Die Methoden im Einzelnen zu verfolgen, erscheint jetzt unthunlich, doch mag bemerkt sein, dass hier ein Gebiet vorlag, welches zunächst eine ganze Anzahl von Vorarbeiten erforderlich machte, die für spätere Forschungen auf anderen Gebieten von sehr grossem Werth geworden sind. Es ist gerade diesen Forschungen über magnetische Kräfte eine ganze Anzahl von Methoden, Apparaten und Rechnungen entsprungen,

die nicht nur für das specielle Gebiet allein, sondern auch für sehr viel weitere Kreise der Physik ganz ausserordentlich nützlich geworden sind. Gauss und Weber haben gelehrt, wie man überhaupt, wenn man magnetisch beobachten will, zu verfahren hat. Sie haben zuerst darauf hingewiesen, dass man besondere Häuser bauen muss, die frei sind von allen etwa störenden magnetischen Einflüssen, dass man insbesondere die sogenannten „magnetischen Häuschen" aus Holz, aus Messing u. s. w. zu construiren hat. Es steht das damals errichtete Vorbild dieser Häuschen, wenn auch nicht mehr ganz in der ursprünglichen Form, gegenüber der Sternwarte in Göttingen und viele der älteren und jüngeren Physiker haben dort an den Beobachtungen, die gleichzeitig fast in allen Theilen der damals civilisirten Welt angestellt wurden, theilgenommen. Es wurden in Göttingen von Gauss und Weber die von allen Seiten einlaufenden Beobachtungen zusammengestellt, und aus diesen Arbeiten entstanden die ersten erdmagnetischen Karten. Bei dem Lesen dieser Arbeiten fällt die Thatsache eigenthümlich auf, dass die uns heute ganz geläufigen Fremdwörter Intensität, Deklination, Inklination u. s. w. fast ganz vermieden sind. Es ist eine Eigenthümlichkeit der Weber'schen Arbeiten, dass sie beinahe ganz ohne Fremdwörter geschrieben sind und zwar in dem Grade, dass man unter Umständen erst überlegen oder den betreffenden Ausdruck in das Fremdwort übersetzen muss, um zu wissen, was gemeint ist.

Die späteren Arbeiten, die von Weber allein herrühren, sind zunächst Arbeiten über die Elastizität des Coconfadens. Der Coconfaden hat bekanntlich für den Physiker eine sehr grosse Bedeutung dadurch gewonnen, dass er ihn überall da benutzt, wo kleine Körper frei drehbar aufgehängt werden müssen, und es ist wohl Webers Verdienst, zuerst auf die Eigenschaften des Coconfadens hingewiesen zu haben, welche ihn dazu besonders geeignet machen. Er hat in den vierziger oder fünfziger Jahren ausserdem die Construktion einiger Waagen in Angriff genommen, allerdings Waagen, die heute zu Wägungen wohl kaum noch benutzt werden. In der Königlichen Aichungsinspection in Hannover befindet sich eine solche Weber'sche Waage, mit der sich gut arbeiten lässt. Es ist eine Waage ohne Schneide zur Vermeidung der Reibung, deren Balken sowohl, wie die Schalen an dünnen Federn hängen.

Aus derselben Zeit stammt ein Instrument, das durch die sehr einfache Ermittelung der Inklination des Erdmagnetismus grosse Bedeutung gewonnen hat, der sogenannte Erdinductor. Bekanntlich haben wir es bei dem Erdmagnetismus mit einem magnetischen Felde zu thun und in derselben Weise, wie wir heute in Dynamomaschinen durch die Bewegung der Ankerdrähte in dem magnetischen Felde Ströme erzeugen, so erzeugte damals Weber Ströme in der Weise, dass er eine Drahtspule um eine in ihrer Windungsebene gelegene Axe in dem magnetischen Felde um 180^0 drehte und wieder zurückdrehte und die Ausschläge beobachtete, die die inducirten Ströme in einem Galvanometer ergaben. Daraus berechnete er, indem er nacheinander die horizontale und die vertikale

Componente der erdmagnetischen Kraft auf diese kleine Inductionsmaschine wirken liess, das Verhältniss beider und damit die Grösse der erdmagnetischen Inklination. Weber hat später die erdmagnetischen Beobachtungen, die in Göttingen weiter angestellt wurden, herausgegeben und bei dieser Gelegenheit insbesondere die Eigenschaften der Magnete sehr eingehend studirt.

Ein Werk, das uns ganz besonders nahe steht, ist angebahnt worden von Gauss durch seine Arbeit über die Zurückführung der erdmagnetischen Kraft auf absolutes Mass. Durch diese Arbeit ist ein Anstoss gegeben worden, der ganz aussergewöhnliche Erfolge nach kurzer Zeit gebracht hat. Es war zu jener Zeit und auch noch in späteren Zeiten eine grosse Verwirrung eingerissen in den magnetischen und elektrischen Maassen, eine Verwirrung, die wohl wesentlich daraus entstanden war, dass wir allerdings mit Hülfe unserer Sinnesorgane im Stande sind, Längen zu messen, d. h. Längen zu sehen, und Zeiten und Massen zu bestimmen, indem wir einfach construirte Instrumente zu Hülfe nehmen, wo unsere Sinne nicht mehr ausreichen, dass aber jeder Sinn fehlt für die Erkennung magnetischer und elektrischer Zustände. Allerdings ist für Erkennung elektrischer Zustände unter Umständen das Nervengefühl geeignet und vielleicht bedarf es nur einer weiteren Uebung durch Jahrtausende, damit wir einem Drahte ansehen, ob er ein oder tausend Ampère führt. Aber zur Zeit haben wir diese Fähigkeit nicht, und die Folge davon ist, dass man sich mit Hülfsmitteln begnügt, die man naturgemäss lange da suchte, wo sie für den einzelnen Fall am nächsten lagen. Eine einheitliche Anschauung konnte auf diesem Wege natürlich nicht entstehen. Gauss hat damals die Aufgabe gelöst, die magnetischen Kräfte auf absolutes Maass, d. h. auf die Begriffe der Länge, Masse und Zeit direkt zu beziehen, und zwar mit Hülfe der physikalischen Gesetze, die über die Wechselwirkung der Magnete bekannt waren. Auf Grund einer sehr einfachen Gleichung, welche die Wechselwirkung zweier ideellen magnetischen Massen darstellt, ergibt sich die Brücke, die von Länge, Masse und Zeit hinüberführt auf ein Gebiet, das diesen scheinbar ganz fern liegt, auf das Gebiet des Magnetismus. Weber hat später auf Grund einer ganz ähnlichen Ueberlegung auf dem Gebiete der Elektrostatik denselben Versuch mit vollem Erfolg gemacht, nämlich auf Grund der Wechselwirkung elektrischer Massen für die elektrischen Grössen ein mechanisches Maasssystem einzuführen. Dieser erste Versuch hat allerdings nicht zu dem geführt, was heute die Grundlage der elektrischen Maasse bildet. Hierzu führte eine spätere Arbeit, in welcher auf Grund der Wechselwirkung zwischen einem elektrischen Strome und einem Magnetfelde das sogenannte „Elektromagnetische Maasssystem“ entwickelt wurde. Auf diesem sind unsere heutigen Einheiten, nämlich das Volt, die Einheit der Spannung, des elektrischen Druckes, ferner die Einheit der Stromstärke, das Ampère, und die Einheit des elektrischen Leitungswiderstandes, das Ohm, unmittelbar aufgebaut. Also Gauss und Weber haben ganz

eigentlich die Grundlage geschaffen, auf welcher wir heute die Stromstärken und die Arbeitsleistungen, die die Elektrotechnik zur Zeit liefert und fordert, zu messen pflegen.

Ferner ist von Weber eine ganze Reihe äusserst werthvoller Arbeiten unter dem Titel „Elektrodynamische Maassbestimmungen" erschienen, die allerdings dem allgemeinen Verständniss etwas ferner liegen. Es ist zunächst von ihm aufgestellt das sogenannte Weber'sche Grundgesetz, ein Gesetz über die Wechselwirkungen bewegter elektrischer Massen, das ausserordentlich vielseitig verwendbar ist und welches einen grossen Ruf und mit ihm den Namen seines Urhebers mit sich fortträgt. Es sind dann Methoden und Mittel angegeben worden, um elektrische Leitungswiderstände in dem von Weber angegebenen absoluten Masse zu messen. Bekanntlich arbeitet man heute noch daran, das Ohm in absolutem Masse genau zu bestimmen. Allerdings ist für die Technik die erlangte Genauigkeit vollständig ausreichend, aber mit wissenschaftlicher Genauigkeit steht die Grösse des Ohm wohl auch heute noch nicht fest. Die Arbeiten, die heute nach dieser Richtung gemacht werden, beruhen wenigstens zum grossen Theil auf den von Weber angegebenen Methoden. Er war der Erste, der versucht hat, eine Widerstandsmessung in absolutem Masse vorzunehmen.

Weber hat ferner gearbeitet über Diamagnetismus und über elektrische Schwingungen; er hat das Prinzip der Erhaltung der Energie behandelt und gemeinschaftlich mit meinem Vater eine Arbeit gemacht, die bezweckte, die beiden Masssysteme, die Weber aufgestellt hat, nämlich das aus der elektrostatischen Wechselwirkung und das aus der elektromagnetischen Wechselwirkung mit einander zu vergleichen. Es ist diese Arbeit einmal von erheblicher wissenschaftlicher Bedeutung; ferner aber hat sie auch wieder zu einer Menge wichtiger Methoden geführt, die heute noch von grundlegendem Werthe sind. Eine spätere Arbeit von Weber, die noch im Jahre 1883 erschienen ist, behandelt das Reversionspendel.

Meine Herren, ich habe Ihnen nicht den Inhalt von Webers Arbeiten geben können, nur die Bedeutung wollte ich hervorheben, die noch heute diese Arbeiten für uns haben. Aber Sie werden Eines vermissen, was ich aber nicht eigentlich zu den wissenschaftlichen Arbeiten Webers rechne, ich meine die Anlage des ersten elektromagnetischen Telegraphen. Ich habe sie deshalb bis zuletzt zurückgelassen. Weber hat nicht die Absicht gehabt, einen Telegraphen zu construiren, mit dessen Hülfe in 50 Jahren die Erde umspannt sein sollte. Diese Idee lag Weber ferne. Er wollte mit Hülfe der langen Leitung, die er vom physikalischen Institut in Göttingen nach der Sternwarte zog, das Ohm'sche Gesetz untersuchen. Man war damals noch nicht sicher darüber, ob das Ohm'sche Gesetz, das im Laboratorium sich als zuverlässig erwiesen und das bekanntlich eines der wenigen bisher durchaus zuverlässigen und ausser allem Zweifel eins der vornehmsten Gesetze der

ganzen Physik ist, — man war damals noch nicht sicher, ob dieses Gesetz etwa da versagen könnte, wo es sich um grosse Dimensionen handelte. Diese Frage zu lösen war der eigentliche Zweck der Leitung, welche von dem alten physikalischen Institut in Göttingen über die Dächer und Thürme der Stadt hinweg zur Sternwarte hingeführt wurde. Die Leitung hat aber dann sofort die Bedeutung bekommen, dass sie zur ersten elektrischen Fernverständigung benutzt wurde und zwar zur Verständigung für die gleichzeitig arbeitenden Beobachter im physikalischen Institut und in der Göttinger Sternwarte. Es möge hier noch ein kurzer Passus darüber mitgetheilt sein, den Gauss in den Veröffentlichungen des magnetischen Vereins selbst darüber gegeben hat. Er schreibt vier Jahre später im Jahre 1837:

„Sobald man wusste, dass die Wirkungen einer Voltaischen Säule sich durch eine sehr lange Kette fortpflanzen, lag der Gedanke sehr nahe, diese Naturkräfte zu telegraphischen Zwecken zu benutzen und schon vor fast 30 Jahren, also zu einer Zeit, wo man erst einen kleinen Theil der galvanischen Wirkungen kannte, schlug Sömmerring die Gasentwicklung dazu vor. Bei weitem mehr geeignet für zusammengesetzte Signalisirungen sind aber die erst später bekannt gewordenen magnetischen Wirkungen galvanischer Ströme; indessen ist es auffallend, dass seit Oersteds Entdeckung eine ziemliche Anzahl Jahre verstrichen ist, ehe Jemand an diesen Gebrauch gedacht zu haben scheint. Freilich ist ein gründliches Urtheil über die Anwendbarkeit im Grossen nicht möglich, ohne eine genaue quantitative Kenntniss der Schwächung galvanischer Ströme infolge der Länge und Beschaffenheit der Leitungsdrähte, wovon man vor Ohm und Fechner sehr unvollkommene und unrichtige Vorstellungen hatte. Nachdem im Jahre 1833 hauptsächlich, um ähnliche Untersuchungen über das Gesetz der Stärke galvanischer Ströme nach Verschiedenheit der Umstände im grossen Massstabe anstellen zu können, zwischen der hiesigen Sternwarte und dem physikalischen Cabinet eine Drahtverbindung gemacht war, von welcher grossartigen Anlage das Verdienst der sehr schwierigen Ausführung allein dem Herrn Professor Weber gebührt, wurde diese Kette gleich von Anfang an zu telegraphischen Zeichen benutzt, nicht blos zu einfachen, um täglich die Uhren zu vergleichen, sondern versuchsweise auch zu zusammengesetzten, und die Möglichkeit, Buchstaben, Wörter und ganze Phrasen zu signalisiren, wurde dadurch schon damals zu einer evidenten Thatsache. Bei diesen Versuchen wurde ein hydrogalvanisch und nur mit schwachen Mitteln, nämlich einem einzigen oder einem doppelten Plattenpaar und angesäuertem Wasser erregter Strom angewandt. Ich halte mich jedoch nicht dabei auf, das damals gebrauchte Verfahren hier umständlich zu beschreiben, da ich später ein davon ganz verschiedenes an dessen Stelle gesetzt habe."

Der erste Telegraph, durch den Gauss und Weber sich verständigt haben, war also kein elektromagnetischer, sondern ein Telegraph, welcher

zunächst mit galvanischen Elementen arbeitete. Allerdings wurde er wie weiter aus dieser Beschreibung hervorgeht, nach kurzer Zeit ersetzt durch einen elektromagnetischen Telegraphen, also einen Telegraphen mit durch bewegte Magnete erzeugten Induktionsströmen. Dieser bot die Möglichkeit der Verständigung zwischen den beiden Instituten dadurch, dass man Ströme durch die an den Endstationen aufgestellten Galvanometer schickte. Die Galvanometer waren in geeigneter Weise gedämpft und es war möglich, auf diese Weise wenigstens ein Wort in der Minute etwa zu befördern.

Man kann nicht eigentlich sagen, dass Gauss und Weber die Erfinder der Telegraphie gewesen sind; vor ihnen waren eine ganze Anzahl Versuche gemacht worden auf allerdings weniger praktischer Grundlage. Aber es unterliegt keinem Zweifel, dass Gauss und Weber zum ersten Male zeigten, dass man mit Hülfe der Erregung elektrischer Ströme sich auf grosse Entfernungen verständigen könne. An dem heutigen Physikalischen Institut in Göttingen, — das Haus, in welchem Weber arbeitete, ist nicht mehr vorhanden, — befindet sich zur Erinnerung an diese That eine sehr einfache Tafel aus Marmor, auf welcher steht: „Erster Telegraph — 1833 — Gauss und Weber." Das ist die Stätte, an der zuerst gezeigt wurde, dass man telegraphiren könne. Aber ich glaube, weder Gauss noch Weber haben wohl geahnt, welche ungeheure Bedeutung für die Cultur der ganzen Welt aus dieser Leitung, die in Göttingen gelegt wurde, hervorgehen würde. Die Leitung hat eine Reihe von Jahren bestanden. Dasselbe Element, für dessen Beförderung sie bestimmt war, hat sie wieder an sich genommen: Der Blitz hat sie zerstört.

Meine Herren, das ist, was ich über die wissenschaftliche Bedeutung Webers sagen wollte. Aber es gilt noch, ein Wort dem Menschen zu widmen. Ich habe das Glück gehabt, Weber persönlich zu kennen, leider nicht mehr das Glück, bei ihm zu hören. Ich kam nach Göttingen, als er eben aufgehört hatte zu lesen, aber ich habe doch eine freudige Erinnerung an den einfachen, in seiner Freundlichkeit, in seiner Freude an der Natur und an dem Verkehr mit seinen Mitmenschen einzig liebenswürdigen Mann bewahrt. Weber war nie verheiratet. Aber das Haus Webers in Göttingen, ein kleines, freundliches Haus in einem grossen Garten, war der Zusammenkunftsort seiner ganzen weiteren Familie. Dort verkehrten seine Nichten und Neffen. An schönen Sommernachmittagen wurde gespielt und der alte Herr hat immer mitgespielt und sich gefreut, wenn die Jugend, die um ihn versammelt war, sich gut unterhielt.

Weber hat in seinen letzten Jahren wohl noch wissenschaftlich gearbeitet, aber der Einfluss des Alters auf seine geistige Frische wurde langsam fühlbar. Sein Gedächtniss war zeitweise schwach und ich erinnere, dass er mich schon vor ziemlich vielen Jahren regelmässig für den Sohn meines Bruders hielt. Aber das lag zum Theil auch in seinem Charakter; alle Dinge, die ihm menschlich nahe traten, fasste er mit einer eigenthümlichen Sorglosigkeit auf. Er kümmerte sich wohl darum, er freute sich an allem Möglichen, aber ein eigentliches Eingehen so, wie auf seine

wissenschaftliche Thätigkeit, existirte nicht. Mein Vater hatte die Absicht, Weber sollte mein Pathe werden. Aber Weber hat das wohl nie recht begriffen. Es ist mir erzählt worden, dass meine älteste Schwester, als ich noch ganz klein war, versuchte, ihm klar zu machen, dass ich das Kind sei, an welchem er Pathenstelle vertreten solle. Ich glaube, hätte man ihm damals eine kleine Katze oder einen kleinen Hund gezeigt, so hätte das denselben Eindruck auf ihn gemacht, wie ein kleines Kind. Kurz, so ausserordentlich lebendig er war, sobald es sich um wissenschaftliche Dinge handelte, mit so grosser Liebe und fast zärtlicher Gewissenhaftigkeit er seiner wissenschaftlichen Thätigkeit oblag, so eigenthümlich zerstreut und sorglos war er im täglichen Leben. Er hat sich niemals darum gekümmert, ob Jemand nach ihm fragte. Er hat, als man im Jahre 1887 bei dem Jubiläum der Göttinger Universität ihm hohe Ehren erwies, diese freundlich entgegengenommen, aber ich glaube, es ist ihm kaum klar geworden, dass sie ihm galten. Er war von einer unglaublichen Harmlosigkeit und Naivetät in Bezug auf alle Erscheinungen, die das tägliche Leben betrafen. Wenn man mit ihm sprach und er scheinbar ganz bei der Sache war, — häufig ging er dann im Zimmer auf und ab — so verstummte oft plötzlich die Unterhaltung — dann hatte er an ganz andere Dinge gedacht — und oft nach mehreren Minuten fing er bei demselben Worte, bei dem er aufgehört hatte, wieder an zu sprechen. Diese Abstraktion von der Umgebung hat sich in den letzten Tagen seines Lebens vielfach gezeigt. Er hat in der letzten Zeit gefühlt, dass er nicht mehr hierher gehörte. Er hat sich beschwert, er wolle wieder nach Göttingen, der Stätte seiner Thätigkeit, zurückkehren. Man hat ihm die Stätte gezeigt, wo er gearbeitet hatte, das magnetische Observatorium, das physikalische Institut, und er hat es hingenommen als Dinge, die er äusserlich kannte, aber der innere Werth seines Lebens, das fühlte er, lag weit hinter ihm. Er hat merkwürdigerweise in den letzten Tagen häufig gefragt: „Gauss ist so lange nicht da gewesen, ich möchte mit ihm sprechen u. s. w.“ — Er hatte das Bedürfniss, aus diesem Leben erlöst zu werden. Und diese Erlösung war so schön, wie sie nur sein konnte. Abends mit der untergehenden Sonne ist er im Garten friedlich entschlummert. Sein Tod war kein Riss durch ein frisches Leben, es war die willkommene Erlösung aus einem bedeutungsvollen, aus einem durcharbeiteten Dasein.

Ueberblick über die Elektrotechnik.

Sechs populäre Experimental-Vorträge

von

Dr. J. Epstein.

I.

Grundbegriffe. Stromrichtung. Gleichstrom, Wechselstrom. Stromstärke (Ampère), Spannung (Volt).

Die rasche Ausbreitung, welche die Elektrotechnik gefunden hat, die Bedeutung, die sie dadurch für immer weitere Kreise gewinnt, wecken allenthalben den Wunsch nach Kenntniss ihrer Grundlagen. In der Neuheit der Elektrotechnik ist es begründet, dass sich der Nichtfachmann ihr gegenüber fremder fühlt, als gegenüber anderen Gebieten von gleicher, zuweilen geringerer Bedeutung. Ein Jeder glaubt zu wissen, was ein Kilogramm, was ein Kilometer, eine Atmosphäre, eine Pferdekraft ist. Selbst wer die eigentliche Definition dieser Begriffe nicht kennt, verbindet doch mit diesen Worten der Wahrheit mehr oder weniger nahe kommende Vorstellungen. Volt, Ampère, Ohm und ähnliche Bezeichnungen dagegen sind Worte, bei denen man kaum glaubt, etwas denken zu dürfen. Es genügt aber nicht, sich zur Erklärung dieser Thatsache mit dem Hinweise, dass die Elektrotechnik eine neuere Errungenschaft, die Elektricitätslehre gleichfalls ein neuer Zweig der Physik ist, abzufinden. Diese Thatsache wurzelt, ebenso wie die Empfindung, dass wir allen diesen Begriffen fremder gegenüber zu stehen glauben, wie ähnlichen Begriffen auf anderen Gebieten, darin, dass uns im Leben die Erscheinungen der Elektricität in geringer Zahl, in geringer Mannigfaltigkeit entgegentreten.

Der Weg, auf dem wir überhaupt zu bestimmten Begriffen gelangen können, ist einzig und allein der Weg der Erfahrung. Wir verbinden mit dem Worte Temperatur einen bestimmten Begriff, da wir aus Erfahrung wissen, dass Körper einen gewissen Zustand annehmen können, der in uns bei der Berührung eine eigenartige Sinnesempfindung wachruft. Wir verbinden einen bestimmten Begriff mit dem Worte Kraft, weil wir selbst im Stande sind, eine Kraft auszuüben und weil wir eine Vorstellung von der Grösse einer Kraft haben, die beispielsweise zum Halten eines Gewichtes von zehn

Kilogramm erforderlich ist. Aber was ein elektrischer Strom von 5 Ampère ist, dafür scheint uns von vornherein jedes Verständniss zu mangeln. Wollen wir nun auch hierüber bestimmte Vorstellungen erlangen, so müssen wir Gelegenheit nehmen, die entsprechenden Erscheinungen in Verbindung mit ihren Maassbeziehungen kennen zu lernen. Treten wir ohne weiteres an diese Aufgabe heran!

Wir sehen auf dem Tische ein zusammenhängendes System von Drähten ausgespannt. Die beiden Enden sind an zwei Metallstöpseln I und II befestigt, die in zwei entsprechende Bohrungen A und B

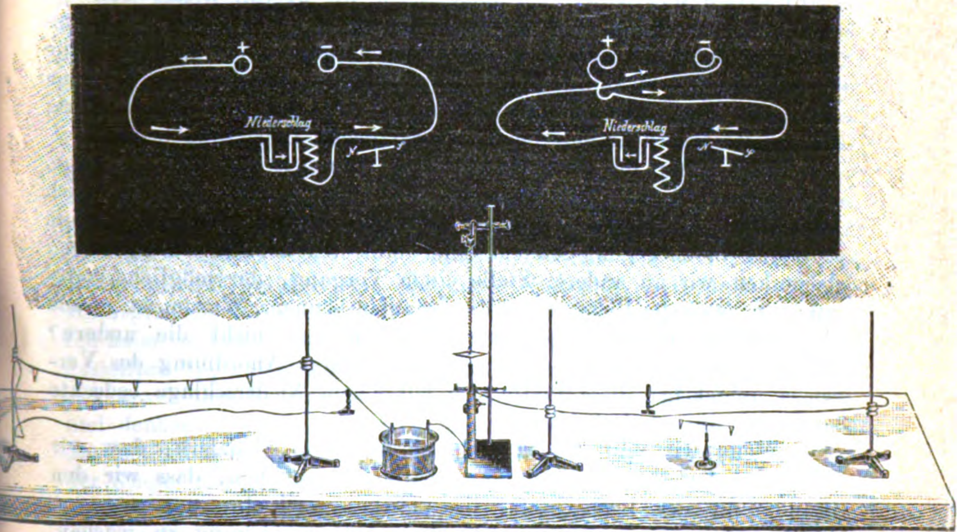


Fig. 1.

des Tisches passen. Das Drahtsystem selbst ist nicht ganz einheitlicher Natur. Von dem Anschluss-Stöpsel I ausgehend, führt der Draht oberhalb einer Magnetnadel nach der Spule C, die er in vielen Windungen umkreist. Ueber dieser Spule schwebt, an einer Spiralfeder aufgehängt, ein Eisenstück. An die Spule schliesst sich ein gerade ausgespannter Draht, der durch aufgesetzte Papierstreifen sichtbar gemacht ist. Er endet an einer Kupferplatte, die in einem mit einer grünen Flüssigkeit, einer Nickellösung, gefüllten Glasgefässe steht. Dieser Kupferplatte gegenüber steht in demselben Gefässe eine zweite, von der ein Draht zum Stöpsel II führt. An der Zusammenstellung ist zunächst nichts Ausserordentliches bemerkbar. Nun werden die beiden Stöpsel in die entsprechenden Bohrungen des Tisches gesteckt und im gleichen Augenblick sehen wir allenthalben eine Aenderung eintreten. In dem Momente der Einschaltung, wie wir diese Operation nennen, wird die Magnetnadel aus ihrer bis-

herigen Lage abgelenkt; der aufgehängte Eisenkern wird in die Spule hineingezogen. Rauchwölkchen, die aufsteigen, weisen auf ein Verkohlen der auf ausgespannten Draht aufgesetzten Papierstreifen, und schliessen wir daraus auf eine Erwärmung des Drahtes. Wir beobachten auch, dass der Draht in Folge einer Ausdehnung sich gesenkt hat — eine Erscheinung, die gleichfalls nur auf eine Erwärmung des Drahtes zurückzuführen ist. In dem Glase endlich nehmen wir wahr, dass aus der Nickellösung Gasblasen aufsteigen. Lösen wir wieder die Verbindung mit den Anschlussstellen durch Herausziehen der Stöpsel, — „schalten wir aus" — dann sehen wir überall wieder den ursprünglichen Zustand eintreten und finden — von einer Stelle abgesehen — nirgends eine bleibende Veränderung. Wir hatten in die Nickellösung zwei völlig gleiche Kupferplatten eingetaucht. Nehmen wir jetzt die Platten heraus, so finden wir die eine unverändert; die zweite jedoch ist mit einem schwärzlichen Ueberzuge bedeckt.

Fassen wir die beobachteten Erscheinungen schärfer in's Auge. Die Magnetnadel drehte sich, sodass die eine von beiden Spitzen sich rückwärts, die andere vorwärts bewegte. Hätte nicht auch eine Drehung in entgegengesetztem Sinne eintreten können? Desgleichen bemerken wir an anderer Stelle einen Vorgang, der möglicherweise auch in zweierlei Richtung hätte verlaufen können. Warum ist gerade die eine Kupferplatte geschwärzt worden und nicht die andere? Wäre es nicht möglich, dass bei einer anderen Anordnung des Versuchs umgekehrt diese Platte sich mit einem Niederschlage bedeckte und jene unverändert bliebe?

Wenn wir nun die Versuchsanordnung so abändern, dass wir etwa die Aufeinanderfolge der Apparate vertauschen, dass wir den Standpunkt des Beobachters, des Tisches wechseln, um uns von links und rechts, von vorne und hinten unabhängig zu machen, so wird der Versuch doch stets in ein und derselben Weise verlaufen. Es wird sich stets auf derselben Kupferplatte der Niederschlag bilden, die Magnetnadel genau in derselben Richtung ausschlagen. Um den Versuch in anderer Richtung verlaufen zu lassen, bietet sich nur eine Möglichkeit. Wir haben gesehen, dass das System von Apparaten dadurch in einen veränderten Zustand gerieth, dass wir die Verbindung mit den Stellen A und B herstellten. Ich kann nun die Verbindung des Systems mit diesen beiden Stellen kreuzweise ändern, indem ich das Ende, das am Stöpsel I befestigt ist und das vorher mit der Anschlussstelle A verbunden war, nunmehr mit B verbinde und umgekehrt. Bevor ich dies ausführe, will ich aber das System in den ursprünglichen Zustand versetzen, indem ich die geschwärzte Kupferplatte durch eine frische ersetze.

Wir vertauschen nun die Verbindungen und sehen die beobachteten Erscheinungen in derselben Weise eintreten wie vorher, aber mit dem Unterschiede, dass an denjenigen Stellen, die eine ge-

wisse Wirkungsrichtung erkennen liessen, diese Richtung sich geändert hat. Die Magnetnadel, die vorhin in einem bestimmten Sinne abgelenkt wurde, schlägt jetzt nach der entgegengesetzten Seite aus; bedeckte sich vorhin die linke Kupferplatte mit einem Ueberzuge, so bleibt diese jetzt blank und an ihrer Stelle wird die rechte geschwärzt; jedesmal war dies die Platte, die direkt mit der Anschlussstelle II in Verbindung stand. Suchen wir nun diese Erscheinung unter Anwendung der elektrischen Terminologie zu deuten, so haben wir zu sagen: Die hier verwandten Apparate waren ursprünglich in ihrem natürlichen Gleichgewichtszustande; durch die Verbindung mit zwei besonderen Stellen des Tisches, in deren Bohrungen die Stöpsel eingesteckt wurden, ward dieses System von einem „elektrischen Strome“ durchflossen und hierin erblicken wir die Ursache für alle Erscheinungen, die wir zu beobachten Gelegenheit hatten. Wenn nun aber diese Erscheinungen in bestimmter Richtung verlaufen können, wenn einmal der Niederschlag zu Ihrer Linken, ein andermal zu Ihrer Rechten sich bildet, wenn einmal der Ausschlag der Nadel im einen, das anderemal im entgegengesetzten Sinne erfolgt, dann werden wir auch der Ursache dieser Erscheinungen, als die wir den elektrischen Strom erkannt hatten, eine bestimmte Richtung zuerkennen müssen. Wir sprechen daher von der „Richtung“ des elektrischen Stromes. Ich habe bei beiden Versuchen einen elektrischen Strom durch den aufgestellten Apparat fliessen lassen, aber die beiden Ströme unterschieden sich durch ihre Richtung. Bleiben wir nun bei dem Bilde des Stromes und denken an einen unserer natürlichen Ströme, so werden wir nie im Zweifel sein, was wir unter seiner Richtung zu verstehen haben: der Strom fliesst von der Quelle zur Mündung. Anders hier. Wir können nicht eine Richtung bevorzugen: Es ist nicht eine Richtung ohne weiteres als Bewegungsrichtung des Stromes gekennzeichnet. Wenn wir gleichwohl von einer Richtung des elektrischen Stromes sprechen, so ist das also nicht etwas, das sich mit Nothwendigkeit aufdrängt, sondern es ist eine Vereinbarung und diese Vereinbarung ist folgendermassen getroffen worden. Vergegenwärtigen wir uns den früheren Versuch. Es wurde eine Kupferplatte mit einem Niederschlage bedeckt. Dieser Niederschlag bestand aus Nickel. Wir können uns nun vorstellen — wie es auch den thatsächlichen Verhältnissen entspricht —, dass das Nickel bei Stromdurchgang in der Lösung zu der Platte hinwanderte. Der Versuch wäre in ganz gleicher Weise verlaufen, wenn wir an Stelle der Nickellösung eine andere Metall-(Kupfer-, Silber-)lösung, wenn wir für das Kupferblech ein anderes Metallblech genommen hätten, immer wäre das Metall in gleichem Sinne gewandert. Man ist nun übereingekommen, unter Richtung des Stromes diejenige Richtung zu verstehen, in der bei einer elektrischen Zersetzung, der „Elektrolyse“, das niederzuschlagende Metall wandert.

Weiter fragen wir, warum kam der Strom das einemal in der einen Richtung, das anderemal in der anderen zu Stande. Diese Frage hängt auf's Engste mit der Frage nach der Ursache für das Zustandekommen eines elektrischen Stromes überhaupt zusammen. Erinnern wir uns an den beobachteten Vorgang. An dem System selbst wurde nichts geändert; es entstand ein Strom, als die beiden Enden des Systems mit den gekennzeichneten Stellen des Tisches in Verbindung gesetzt wurden. Also müssen wir in der Verbindung der Enden des Systems mit diesen beiden Stellen, den „Polen", wie wir sie nennen wollen, den Grund für das Zustandekommen des Stromes erblicken. Warum kommt dann der Strom in einer bestimmten Richtung zu Stande? Um dies zu verstehen, müssen wir annehmen, dass die beiden benützten Pole nicht vollständig gleichwerthig sind, ähnlich, wie ein Wasserstrom in einer bestimmten Richtung zu Stande kommt, weil die Stelle, wo er entspringt, und die Stelle, zu der er fliesst, verschiedenartig sind. Es unterscheiden sich somit die beiden Pole in einer bestimmten Weise und zwar so, dass, wenn ich I mit A und II mit B verbinde, ein Strom in der Richtung von I nach II zu Stande kommt; wechsle ich um, verbinde ich II mit A und I mit B, so fliesst der Strom von II nach I, in entgegengesetzter Richtung. Wenn diese Bedingungen erfüllt sind, dann bezeichnen wir, wiederum auf Grund einer willkürlichen Uebereinkunft, die Klemme bei A als die „positive", die Klemme bei B als die „negative". Auf Grund dieser Uebereinkunft haben wir als positiven Pol diejenige Stelle zu verstehen, von welcher der Strom — wenn die Möglichkeit für das Zustandekommen eines solchen gegeben ist — zu dem anderen Pol, dem negativen fliesst. Bei der Verbindung von II mit A und I mit B fliesst der Strom in anderer Richtung wie vorher über II nach I, aber doch genau wie vorher von der positiven zur negativen Klemme.

Wir haben somit als erste Eigenschaft des elektrischen Stromes seine Richtung kennen gelernt. Die Richtung hing ab von der Polarität der Anschlussklemmen. Nun aber brauchen sich die Klemmen nicht so zu verhalten, wie bisher, d. h. so, dass die eine Klemme dauernd positiv, die andere aber dauernd negativ ist, sondern wir können uns vorstellen, dass zwar in einem bestimmten Moment die eine Klemme positiv, die andere negativ ist, im darauffolgenden aber die Pole wechseln, d. h. die vorher positive Klemme negativ wird und umgekehrt. In der That befinden sich hier am Tische noch ein paar weitere Klemmen, bei denen dies der Fall ist. Verbinde ich die Enden des Leitungsweges mit diesen Klemmen, dann können wir sehen, dass die vorher beobachteten Erscheinungen theilweise wieder eintreten, aber auch nur theilweise. Bei genauestem Zusehen werden wir keine Einwirkung auf die Magnetnadel wahrnehmen. Der weiche Eisenkern wird dagegen genau in derselben Weise beeinflusst, wie vorher; auch der gerade ausgespannte Draht erwärmt sich wieder, wie wir an dem

Verkohlen der Papierstreifen sehen. Betrachten wir aber unsere Metallplatten, so werden wir keine Veränderung entdecken können. Warum? Diese beiden Klemmen hier befinden sich im Allgemeinen stets in verschiedenem elektrischem Zustande, sie wechseln aber ihre Rolle periodisch, nämlich in einer Sekunde etwa hundertmal. Es kommt in einem bestimmten Momente ein Strom zu Stande in der einen Richtung, nach einer hundertstel Sekunde ist die Richtung des Stromes die entgegengesetzte, es wird somit eine bestimmte Richtung des Stromes nicht überwiegen und diejenigen Wirkungen, welche ihrer Art nach von der Richtung des Stromes abhängig sind, haben keine Zeit im einen oder anderen Sinne einzutreten. Einen solchen Strom, dessen Richtung periodisch wechselt, nennen wir einen „Wechselstrom". Ein Strom, der seine Richtung dauernd beibehält, heisst„ Gleichstrom".

Verfolgen wir nun von neuem die beobachteten Erscheinungen im Einzelnen. Wir betrachteten die Ablenkung der Magnetnadel und fragten uns, warum wird diese Magnetnadel gerade nach der einen Seite abgelenkt und nicht nach der anderen? Wir erkannten, dass der Grund dafür in der zufälligerweise gewählten Stromrichtung lag. Die Magnetnadel wird nun aber nicht nur nach einer bestimmten Richtung, sondern auch in eine ganz bestimmte Lage abgelenkt, in der sie so lange verharrt, als der Strom andauert. Warum wird die Nadel nicht stärker, warum nicht weniger stark abgelenkt? Der an einer Feder aufgehängte Eisenkern wird, wenn ein Strom durch die unter ihm befindliche Spule fliesst, bis zu einer bestimmten Tiefe in die Spule hineingezogen. Warum gerade bis zu dieser Tiefe? Ferner erkannten wir vorhin, dass der stromdurchflossene Draht erwärmt wird. Wir bemerkten es in dem einen Fall an der eingetretenen Verlängerung des Drahtes. Warum wird der Draht nur bis zu dieser Grenze erwärmt; warum nicht stärker, etwa gar bis zur Rothgluth? Bei der beobachteten Elektrolyse wurde eine bestimmte Menge Nickel in der Sekunde niedergeschlagen. Warum keine grössere oder kleinere Menge? Kurz, wir bemerken, alle Erscheinungen, die wir als Wirkungen des elektrischen Stromes kennen lernten, sind einer Abstufung fähig. Sollte es nicht auch möglich sein, sie mittels des elektrischen Stromes in verschiedenen Abstufungen zu erhalten? Wir überzeugen uns durch einen abgeänderten Versuch, dass dies der Fall ist. Wir können beobachten, dass die Nadel jetzt stärker abgelenkt wird, als vorher; der Eisenkern wird tiefer in die Spule hineingezogen; der gerade ausgespannte Draht senkt sich bis auf den Tisch, ja, er beginnt sogar zu erglühen; endlich lässt auch eine regere Gasentwickelung in der Nickellösung darauf schliessen, dass auch hier eine Steigerung in der Wirkung eingetreten ist. Ich kann den Versuch wieder ändern, sodass die beobachteten Erscheinungen alle wieder in geringerer Stärke auftreten. Diese Beeinflussung des Grades der Wirkung erstreckt sich auf alle Wirkungsstellen in gleicher Weise.

Hatten wir als Ursache für das Zustandekommen aller dieser Erscheinungen den elektrischen Strom kennen gelernt, hatten wir ferner beobachtet, dass alle diese Erscheinungen einer gradweisen Abstufung fähig sind, so müssen wir ein Gleiches von dem Strome annehmen, der als Ursache dieselben Abstufungen durchlief, wie die durch ihn hervorgebrachten Wirkungen und gelangen so zum Begriff der „Stromstärke".

Als Ursache, dass sich der Draht das einemal nur um wenige Grade erwärmte, dass sich seine Temperatur das anderemal bis zur Rothgluth steigerte, dass einmal eine schwache, das anderemal eine stärkere Anziehung des Eisenkernes stattfand u. s. w. nehmen wir die verschiedene Stärke des Stromes an und somit hätten wir als ein zweites Charakteristikum die Stromstärke kennen gelernt. Wir überzeugen uns leicht durch Wiederholung der Versuche, dass die gleichen Beziehungen auch für solche Ströme gelten, welche nicht eine bestimmte Richtung dauernd beibehalten, sondern welche als Wechselstrom diese Richtung periodisch ändern. Was ist nun der Grund all' der beobachteten Vorgänge? Kurz gesagt der: Es existirt ein Etwas, was wir als elektrischen Strom bezeichnen. Dieser elektrische Strom ist im Stande, bestimmte Wirkungen hervorzubringen. Als solche Wirkungen wollen wir uns zunächst die Beeinflussung von Magneten merken, dann das Hineinziehen eines Eisenkernes in eine vom Strom umflossene Spule, „magnetische" Wirkungen des Stromes. Wir haben weiter gesehen, dass der elektrische Strom im Stande ist, eine Wärmeentwickelung hervorzubringen und schliesslich eine Lösung und Abscheidung von Metallen zu bewirken. Alle diese Wirkungen sind abhängig von der Stromstärke, und zwar derart, dass bei einem bestimmten Körper ein und dieselbe Wirkung jederzeit durch ein und dieselbe Stromstärke hervorgebracht werden kann. Wollten wir denselben Versuch an einem anderen Tage und Ort in gleicher Weise wiederholen, so würden wir nothwendig haben, uns ein Urtheil über die Stärke des angewandten Stromes zu bilden. Dies führt zu der Nothwendigkeit der Einführung eines bestimmten Strommaasses, wie wir auch Maasse bedürfen, um die Länge eines bestimmten Drahtes, das Gewicht desselben oder andere seiner Eigenschaften festzulegen.

Das Maass für die Stärke des elektrischen Stromes führt den Namen „Ampère". So gut wir einen bestimmten Begriff mit der Angabe verbinden können, dass ein Weg eine Länge von 20 Kilometern besitzt, so gut haben wir in der Elektrotechnik eine bestimmte Vorstellung bei der Angabe zu gewinnen, dass ein Strom eine Stärke von 20 Ampère besitze. Warum verbinden wir mit der Länge „20 Kilometer" eine bestimmte Vorstellung? Seien wir ehrlich und sagen, dass wir in der Gesammtheit gar keine bestimmte Vorstellung davon haben, wenn wir nicht etwa auf der Fussreise oder bei anderer Gelegenheit Strecken unter Beachtung der Kilometerzahl zurückgelegt

haben. Die Vorstellung „ein Kilometer“ stammt aus der Erfahrung. Gäbe es nicht noch eine andere Möglichkeit, sie zu erwerben? Ein Kilometer ist die tausendfache Länge eines Meters. Ein Meter ist der vierzigmillionste Theil des Erdumfangs. Es wird Niemand gegen die Richtigkeit dieser Angabe etwas einwenden können. Dass wir aber so zu einer Vorstellung von der Länge von 20 Kilometern kommen, wird Niemand behaupten. Es ist ein ander Ding, die Definition einer Maasseinheit zu verstehen und ein ander Ding, mit solchen Maasseinheiten bestimmte Begriffe zu verbinden. Ebensowenig wie die wissenschaftliche Ableitung des Metermaasses zum Erfassen der Längeneinheit geeignet erscheint, wäre es mit der Ableitung des Ampère der Fall. Sie würden eine Definition erhalten, die Ihnen zum Verständniss in keiner Weise förderlich wäre. Wir wollen statt dessen versuchen, durch Kenntnissnahme der Stromstärken bei uns bekannten elektrischen Vorgängen uns ein Urtheil über die Grösse eines Ampère zu bilden.

Wir haben eine Bogenlampe vor uns. Soll sie in Thätigkeit treten, so muss sie mit unserer Elektricitätsquelle in Verbindung gesetzt werden. Die Bogenlampe bietet nämlich für den elektrischen Strom einen Weg. Soll ein elektrischer Strom diesen Weg durchlaufen, so ist dies nur möglich, wenn dessen Enden mit zwei Stellen in Verbindung gesetzt werden, die sich in einem bestimmten, von einander verschiedenen elektrischen Zustande befinden. Ich will die Verbindung der Bogenlampe mit den beiden Anschlussklemmen herstellen. Ich thue dies durch Einsetzen der mit der Lampe durch Zuleitungsdrähte verbundenen Stöpsel in die bekannten Bohrungen des Tisches. Ich schalte ein und die Lampe erglüht. Wenn Sie nun hören, dass zur Erzielung der auftretenden Helligkeit eine Stromstärke von 8 Ampère erforderlich ist, so kann diese Angabe z. Z. nicht dazu dienen, Ihnen ein Urtheil über den Strombedarf der Lampe zu geben, sondern Sie sollen vielmehr an deren Vorstellung den Begriff der Grösse des Ampère gewinnen. Ich löse die Verbindungen der Bogenlampe mit den Stellen — ich schalte aus — und schalte eine Glühlampe ein von der gleichen Art, wie deren mehrere zu einer Krone vereinigt zur Erleuchtung dieses Hörsaales dienen. Der Strombedarf dieser Glühlampe ist ein weit geringerer, als derjenige der Bogenlampe. Er beträgt nur $^3/_4$ Ampère.

Es ist weiter noch ein Telegraphen-Apparat aufgestellt. Hier ist der Strombedarf noch viel geringer als bei der Glühlampe. Er lässt sich nicht nach ganzen Ampère messen, sondern nur nach Tausendsteln von Ampère, nach Milliampère, ein Maass, welches sich zu einem Ampère wie ein Millimeter zu einem Meter verhält. Ebensowenig können wir die Stromstärke, welche ein Telephon bedarf, nach Ampère messen; es handelt sich hier um eine Stärke, welche nach Bruchtheilen von Milliampère zu zählen ist.

Wie sind wir aber im Stande, Stromstärken überhaupt zu messen? In genau derselben Weise, wie wir eine Länge messen. Wir setzen einen Maassstab an, der eine bestimmte Länge, z. B. von einem Meter, besitzt.

Nachdem wir gesehen haben, dass ein und dieselbe Stromstärke an demselben Objekt ein und dieselbe Wirkung hervorruft, ist es ein Leichtes, eine Stromstärke nach der hervorgebrachten Wirkung zu schätzen. Habe ich z. B. hinter diesem Eisenkern, der in die Spule ragt, eine Skala angebracht und schicke durch die Spule einen elektrischen Strom von bekannter Stärke, z. B. von 5 Ampère, so würde der Eisenkern bis zu einer bestimmten Tiefe in die Spule hereingezogen werden und ich brauchte nur diese Stelle mit 5 zu bezeichnen, um, wenn ich wieder einen Strom durchleite und finde, dass der Kern bis zu dieser Stelle hineingezogen wird, zu wissen, dass ich einen Strom von 5 Ampère habe. Zum gleichen Zwecke hätte sich auch die Beeinflussung eines Stahlmagneten benutzen lassen und geschieht dies bei den Galvanometern, deren Sie hier eines vor sich sehen. Es besteht z. B. aus einem leichten Magneten, der an einem Coconfaden aufgehängt ist und sich in der Nachbarschaft von Leitern befindet, die von elektrischen Strömen durchflossen werden. Um die Empfindlichkeit zu steigern, das Instrument für Messung schwacher Ströme geeignet zu machen, führt der Draht nicht einmal an dem Magneten vorbei, sondern ist in hunderten von Windungen um ihn herumgeführt.

Sie sehen hier ein Instrument, bei dem die vorher charakterisirte Wirkung benutzt ist. Ein Eisenkern wird in eine Spule hineingezogen und der Fabrikant hat bezeichnet, welche Stromstärke erforderlich ist, um dem Zeiger eine bestimmte Stellung zu geben. Genau so, wie ich ablese, es herrscht eine Temperatur von 15°, weil die Quecksilbersäule bis zu der mit der Zahl 15 bezeichneten Stelle reicht, entnehme ich, dass z. Z. durch das Instrument ein Strom von 10 Ampère fliesst. Ein Instrument, das zur Messung von Strömen dient und eine hierauf bezügliche Aichung in Ampère besitzt, heisst „Ampèremeter“. Auch chemische Wirkungen des Stromes können ebenso wie die Wärmewirkungen desselben zu Messungen seiner Stärke benutzt werden.

Fassen wir den Inhalt der bisherigen Betrachtungen zusammen. Alle uns bekannt gewordenen Wirkungen des elektrischen Stromes waren einer gradweisen Abstufung fähig, als deren Grund wir die Möglichkeit einer verschiedenen Stromstärke kennen lernten. Als Eigenthümlichkeit vieler Ströme haben wir kennen gelernt, dass sie eine stets gleich bleibende Richtung besassen, die sich darin bekundete, dass gewisse Wirkungen immer in gleichem Sinne verliefen. Wir hatten uns geeinigt, unter der Richtung des Stromes diejenige zu verstehen, in welcher bei der elektrochemischen Zersetzung des Metall-

salzes das Metall wandert. Wie wir nun vorher fragten, durch welche Eigenthümlichkeit des Stromes es bedingt werde, dass die Wirkung einmal in geringerem, ein anderes Mal in stärkerem Grade auftritt und als Grund die Stromstärke kennen gelernt haben, wie wir uns gefragt haben, woher kommt es, dass die Wirkung einmal im einen, das anderemal in anderem Sinne verläuft, und als Grund dafür die Stromrichtung kennen gelernt haben, so werden wir jetzt weitergehend uns fragen, woher kommt es, dass der Strom einmal diese, ein andermal jene Stärke besitzt, woher kommt es, dass der Strom einmal diese, ein andermal jene Richtung besitzt? Wir gelangen damit zu der Frage nach der Ursache des Zustandekommens des elektrischen Stromes.

Eine vorläufige Beantwortung dieser Frage liegt bereits vor. Wir erhielten jedesmal einen elektrischen Strom, so oft wir das Drahtsystem in Verbindung mit zwei hierfür geeigneten Polen setzten. Wir werden nun fragen, was ist es, was diese beiden Pole auszeichnet? Wir können kurz antworten, es ist der elektrische Zustand, durch den sie sich unterscheiden. Es befindet sich die Anschlussstelle A in einem anderen elektrischen Zustande, als Stelle B, in ähnlicher Weise, wie sich z. B. irgend ein Theil jener Gasflamme in einem anderen Wärmezustande befindet, als ein Theil dieses Wasserleitungsrohres. Wollte ich eine Verbindung herstellen und das kalte Rohr durch irgend einen Weg, der für Wärme passirbar ist, etwa durch eine Kupferstange, mit der Gasflamme verbinden, so würde Wärme von der heissen Seite nach der kalten fliessen, wir würden das bekommen, was wir folgerichtig als einen „Wärmestrom" zu bezeichnen hätten. In vollkommen entsprechender Weise unterscheiden sich diese beiden Stellen durch ihren elektrischen Zustand, welchen man ihr „Potential" nennt. Wir könnten sagen, dass sich die eine Seite in einem höheren elektrischen Zustande befinde, ein höheres elektrisches „Potential" besitze, als die andere und würden darin einen Grund finden, warum der Strom von der einen Seite nach der anderen fliesst, wie im analogen Fall die eine Stelle eine höhere Temperatur besass, als die andere, und darum ein Wärmestrom von ihr zur andern floss.

Sie sehen hier ein sogenanntes Element vor sich. Es besteht im speciellen Fall aus einem Glasgefäss, das mit Salmiaklösung gefüllt ist; in diese taucht ein Zinkcylinder, der wieder einen aus einem Gemische von Braunstein und Kohle gefertigten Vollcylinder einschliesst. Zinkcylinder und Kohle befinden sich unter diesen Verhältnissen in verschiedenem elektrischen Zustande, und wenn ich beide durch einen Leitungsweg verbinde, so will sich dieser Zustandsunterschied ausgleichen und wir erhalten einen elektrischen Strom. Wenn sich aber elektrische Ströme, wie wir gesehen haben, in Stärke und Richtung unterscheiden können, dann müssen auch die Ursachen für das Zustandekommen von Strom eine Specialisirung nach diesen beiden

Seiten zulassen. Und in der That, so oft und in welcher Weise wir auch die Verbindung ausführen, wird stets der Strom im Nutzstromkreis vom Braunstein-Kohlencylinder zum Zink fliessen und wir sagen daher, der Kohlencylinder bilde den positiven Pol. Hier sehen Sie weiter sogenannte Akkumulatoren, wie solche uns auch an dem heutigen Abend mit elektrischem Lichte versorgen. Jeder einzelne besteht aus zwei verschiedenartigen Theilen, deren einer auf Grund seiner Beschaffenheit stets ein höheres Potential besitzt, als der andere, im Verhältniss zu diesem einen positiven Pol bildet.

Gehen wir dazu über, einen Strom auf Grund der Verschiedenheit im elektrischen Zustande zweier Stellen zu Stande kommen zu lassen, dessen Quelle nicht in so mystischer Weise unseren Blicken verborgen ist, wie bisher. Ich werde einen einzigen Akkumulator benutzen und will, um ein Urtheil über die Stärke des Stromes zu ermöglichen, den Stromkreis aus einer Glühlampe und einem Ampèremeter zusammensetzen. Die Lampe erglüht kaum sichtbar; das Instrument zeigt eine Stromstärke von 1—2 Ampère. Wir wollen nun den Stromkreis, statt mit den Polen eines Akkumulators, mit den Polen einer Batterie von Akkumulatoren verbinden. Wir sehen jetzt das Ampèremeter eine bei weitem grössere Stromstärke — von 7 Ampère — anzeigen und die Wärmewirkung, welche durch diese 7 Ampère in der Lampe hervorgebracht wird, ist eine so bedeutende, dass sie jetzt in voller Helligkeit erglüht. Woher kommt das? Es ist eine Bestätigung der Forderung, die wir vorhin aufstellten. Wollen wir durch einen bestimmten Leitungsweg verschiedene Ströme erhalten, so müssen sich bereits die elektrischen Quellen unterscheiden. Als ich vorhin den Leitungsweg mit den Klemmen eines Akkumulators verbunden hatte, fand durch den Leitungsweg hindurch der Ausgleich eines bestimmten Unterschiedes im elektrischen Zustande statt. Ich erhalte jetzt einen Strom auf Grund des Ausgleiches der Verschiedenheit des elektrischen Zustandes zweier anderer Stellen. Dieser Ausgleich vollzieht sich jetzt in weit bedeutenderem Maasse und ich schliesse daraus, dass der Zustandsunterschied zwischen den Klemmen der Akkumulatorenbatterie ein grösserer ist als zwischen denen des einzelnen Akkumulators. Nun aber, wenn diese Zustandsunterschiede sich von einander dem Grade nach unterscheiden können, wenn dieser Grad massgebend ist für die in einem bestimmten Stromkreis auftretende Stromstärke, so brauchen wir auch hierfür eine Bezeichnung und ein Maass.

Wir nennen den Grad des Unterschiedes im elektrischen Zustande zweier Stellen „Spannung“. Eine Spannung bestand zwischen den Anschlussklemmen, den Polen und war bestrebt, sich längs des gebotenen Leitungsweges auszugleichen. Dieses Ausgleichsbestreben gab sich als elektrischer Strom längs dieses Weges kund. Von dem Werth der Spannung zwischen den Anschlussklemmen kann ich Ihnen wiederum durch

eine Zahlenangabe z. Z. keine Vorstellung geben. Umgekehrt werden die folgenden Angaben nur den Zweck haben, Sie mit der Maasseinheit für die Spannung vertraut zu machen. Die Maasseinheit hierfür bildet das „Volt". Der elektrische Zustand der beiden Pole irgend eines Elementes differirt z. B. um 1—2 Volt. Die Spannung zwischen den Polen eines einzelnen Akkumulators beträgt ungefähr 2 Volt.

Versuchen wir nun, uns darüber Rechenschaft abzulegen, wie durch Vereinigung mehrerer Akkumulatoren zu einer Batterie eine gesteigerte Spannung erhalten werden kann.

Wie bereits erwähnt, besteht jeder Akkumulator aus zwei wesentlich verschiedenen Hälften, deren Verhältniss es bedingt, dass z. B. bei der getroffenen Aufstellung die rechte Klemme des ersten Akkumulators ein um 2 Volt höheres Potential besitzt, als die linke, dass zwischen beiden eine Spannung von 2 Volt besteht. Die rechte Klemme des ersten bildet aber die linke des zweiten Akkumulators und auch dieser ist so aufgestellt, dass vermöge der Wirksamkeit seiner Theile die rechte Klemme, seinen positiven Pol bildend, ein um 2 Volt höheres Potential hat, als die linke. Zwischen ihr, der positiven Klemme des zweiten Akkumulators und der negativen des ersten besteht somit eine Spannung von 4 Volt, zwischen den äussersten Klemmen der dritten und der ersten Zelle eine Spannung von 6 Volt u. s. w. Eine solche Schaltung von mehreren Elektricitätsquellen, durch die eine Summirung der von den einzelnen erreichten Spannungen bewirkt wird, heisst „Hintereinanderschaltung."

Bei unserem vorigen Versuche erzeugten wir durch Hintereinanderschaltung von 4 Akkumulatoren eine Spannung von 8 Volt, welche durch die eingeschaltete Glühlampe einen Strom von ungefähr 7 Ampère hervorbrachte, eine Stromstärke, die erforderlich war, um die Lampe hell erglühen zu lassen. Diese Thatsache scheint einer früher gemachten Bemerkung zu widersprechen. War doch vorhin davon die Rede, dass eine Glühlampe etwa nur $^3/_4$ Ampère brauche, und jetzt beobachten wir, dass diese Lampe erst bei einer Stromstärke von 7 Ampère erglüht. Der Grund hierfür liegt in der verschiedenartigen Construction der beiden Glühlampen. Die eine ist derart construirt, dass sie bereits bei $^3/_4$ Ampère erglüht, die andere aber so, dass ihr eine Stromstärke von 7 Ampère zugeführt werden muss, um sie erglühen zu lassen. Wenn wir als Hauptresultat geben können, dass die Stromwirkung durch Stromstärke und Stromrichtung eindeutig bestimmt ist, so bezieht sich das immer nur auf ein bestimmtes Objekt. Eine bestimmte Glühlampe erglüht bei $^3/_4$ Ampère, eine andere bei 7 Ampère, und zwar nimmt sich die zuletzt benutzte Lampe diese Stromstärke von 7 Ampère, wenn zwischen ihren Enden eine Spannung von 5 Volt herrscht, während die Lampen zur Erleuchtung des Saales die Eigenschaft haben, erst bei einer Spannung von 65 Volt sich die Stromstärke zu nehmen, deren sie bedürfen (ungefähr

$^3/_4$ Ampère). Zur Unterhaltung dieser Spannung dient eine Akkumulatorenbatterie, die 33 Zellen in Hintereinanderschaltung enthält.

Als weiteres Beispiel bekannter Spannungen schwebt Ihnen Allen die ganz ausserordentliche Spannung von 25,000 Volt vor, die, wie Sie in der letzten Zeit gehört haben, während der Dauer der Ausstellung zur Verwendung kommen soll. Es wird das die höchste Spannung sein, die bis dahin technisch in Anwendung gekommen ist. Bei gewissen Arten von Centralstationen arbeitet man bereits mit Spannungen von 2—3000 Volt. Für London ist eine Anlage mit einer Betriebsspannung von 10,000 Volt projektirt und theilweise ausgeführt, ist aber noch nicht mit dieser Spannung in dauernden Betrieb gekommen.

Wenn wir nunmehr das bisher Gesagte nochmals kurz zusammenzufassen, so haben wir eine Reihe von Vorgängen kennen gelernt, die wir als Wirkungen des elektrischen Stromes aufgefasst haben: Wärmewirkungen, magnetische, chemische Wirkungen. Alle diese Wirkungen finden in der Technik ausgedehnte Verwendung. Die magnetische Wirkung haben wir an Messinstrumenten verwandt gefunden, wir werden ihr bei dem Elektromotor, der Dynamomaschine, im Signalwesen begegnen. Wir erkennen die Wärmewirkung des Stromes im Glühlicht, die chemische Wirkung in der Galvanoplastik und Galvanostegie. Die Wirkungen des Stromes an einem bestimmten Object konnten dem Grade nach sich unterscheiden, die Ursache war eine Verschiedenheit in der Stromstärke. Die Maasseinheit führte den Namen Ampère. Der Verlauf der Wirkung konnte sich der Richtung nach unterscheiden; die Ursache war eine verschiedene Stromrichtung. Wir bezeichneten als Stromrichtung die Richtung, in der bei einer Elektrolyse das niedergeschlagene Metall wandert. Wir bezeichneten diejenige Stelle, von der der Strom nach der anderen Seite lief, als positiven Pol, die andere als den negativen Pol. Wir haben weiterhin gesehen, dass die Ursache für das Zustandekommen dargestellt ist durch das Ausgleichsbestreben verschiedener Zustände, verschiedener Potentiale, einer Spannung zwischen den Enden der Leitung: Diese Spannung konnte wieder dem Grade nach verschieden sein. Wir hatten eine Maasseinheit für diese Spannung nothwendig und diese Einheit war das Volt. Es konnte fernerhin noch eine Verschiedenheit bestehen in Bezug auf Polarität. Wir hatten gesehen, dass bei dem erwähnten Element der Kohlenpol positiv war. Wir sahen hierbei, dass bei einem bestimmten Leitungswege die Stromstärke bestimmt ist, wenn eine bestimmte Spannung dauernd unterhalten wird. In welcher Eigenschaft aber eines bestimmten Leitungsweges — z. B. einer Glühlampe — es begründet ist, dass sie als Ausgleich einer gegebenen Spannung — z. B. 65 Volt — eine bestimmte Stromstärke — in diesem Falle $^3/_4$ Ampère — zu Stande kommen lässt, mit dieser Frage uns zu beschäftigen wird eine der Aufgaben der nächsten Vorlesung sein.

II.

Widerstand (Ohm). Chemische Wirkungen des Stromes. Galvanostegie. Akkumulatoren. Elemente.

Wir haben gesehen, dass für den Grad der eintretenden elektrischen Wirkung die Stärke des Stromes, die Zahl der Ampère, massgebend war. Die Stromstärke, die auf Grund des Ausgleichsbestrebens einer bestimmten Spannung durch einen gegebenen Weg hindurch zu Stande kam, war von der Grösse dieser Spannung abhängig. Wenn z. B. zwischen den beiden Anschlussstellen des Experimentirtisches eine Spannung von 65 Volt besteht und ich bringe eine geeignete Glühlampe mit ihnen in Verbindung, so erglüht diese Lampe mit einer bestimmten Helligkeit. Würde aber zwischen den beiden Stellen eine höhere Spannung herrschen, so würde auch die Lampe mit einer höheren Helligkeit erglühen, weil dann die Stromstärke, die durch die Lampe fliessen würde, die sich die Lampe gewissermassen nähme, eine grössere wäre.

Es fragt sich nun, welcher Zusammenhang besteht zwischen der Höhe einer Spannung und der durch sie zu Stande kommenden Stromstärke. Ehe wir dieser Frage näher treten können, müssen wir wissen, wie wir im Stande sind, Spannungen zu messen. Um Stromstärken zu messen, brauchten wir nur irgend ein Instrument zu benutzen, das verschieden starken Strömen den Durchgang gestattete und welches mit einem Zeiger und einer Theilung versehen war, so dass die Theilstriche bei jeder Zeigerstellung die zu deren Hervorrufung erforderliche Stromstärke angaben. Wir hatten ein derartiges Instrument als ein Ampèremeter bezeichnet. Die auf einem gegebenen Wege zu Stande kommende Stromstärke hing, wie wir gesehen, von der Spannung ab, die zwischen seinen Enden bestand. Als wir nämlich eine Glühlampe zwischen die Pole einer Reihe von einem, zwei, drei und endlich von vier Akkumulatoren eingeschaltet hatten, beobachteten wir, dass, je höher die Zahl der verwendeten Akkumulatoren wurde, je grösser mithin der Zustandsunterschied war, der sich längs der Lampe ausglich, eine desto grössere Stromstärke zu Stand kam. Wir können somit aus der in einem bestimmten Wege eintretenden Stromstärke einen Rückschluss auf die Grösse der Spannung machen, die diese Stromstärke unterhält. Man wird somit in ähnlicher Weise, wie man ein Instrument nach dem Strom, der es durchfloss, aichen kann, ein solches auch nach der Spannung aichen können, die zwischen seinen Klemmen vorhanden sein muss, um die betreffende Stromstärke durch das Instrument hindurch zu unterhalten.

Ein Instrument, welches, wie das vor Ihnen stehende, durch die Stellung seines Zeigers die in Volt gemessene Spannung angiebt, die zwischen seinen Klemmen besteht, denn die Spannung ist nicht etwas, was in dem Instrument herrscht, wie die Stromstärke, welche

hindurchfliesst, ein solches Instrument führt den Namen „Voltmeter“ oder „Spannungsmesser.“

Es kann nun befremden, dass man auf demselben Princip Instrumente baut, mittelst deren man Grössen wesentlich verschiedener Art messen kann, deren eines eine Angabe in Ampère, deren anderes eine Angabe in Volt enthält. Gestatten Sie mir Ihnen zu zeigen, dass diese Schwierigkeit faktisch nicht besteht, und dass wir auf anderen Gebieten ähnliche Verhältnisse haben. Ein Analogon, das Ihnen vielleicht verständlicher ist, weil es einem bekannteren Gebiete zugehört, haben wir im Aräometer. Sie wissen, dass die Tiefe, bis zu der ein schwimmender Körper in eine Flüssigkeit eintaucht, von deren specifischem Gewicht abhängt. Je geringer das specifische Gewicht der Flüssigkeit, um so tiefer sinkt das Aräometer ein. Es lässt sich daher darauf eine Theilung anbringen, welche besagt, welches specifische Gewicht einer Einsinkung des Aräometers bis zu dieser Marke entspricht. So gestattet das Instrument die Messung specifischer Gewichte. Man kann aber auch ein solches Instrument für andere Zwecke benutzen.

In ähnlicher Weise, wie die Stromstärke abhängig von der Spannung ist, die sie hervorbringt, hängt das specifische Gewicht einer Lösung, z. B. von Alkohol in Wasser, von dem Procentgehalt der Lösung ab. Daher kann man, indem man diesen Apparat in Spiritus eintauchen lässt, indirekt einen Rückschluss auf dessen Procentgehalt machen und kann das Instrument mit einer Theilung versehen, welche nicht nach specifischem Gewicht, sondern Procentgehalt Spiritus fortschreitet. Man erhält so ein Alkoholometer. Analog nun, wie man im Stande ist, mit einem solchen Alkoholometer, welches streng genommen das specifische Gewicht einer Lösung angiebt, einen Rückschluss auf deren Zusammensetzung zu machen, in ähnlicher Weise sind wir im Stande, mit Hülfe eines Voltmeters, das streng genommen nur auf die Stromstärke anspricht, die durch das Instrument fliesst, einen Rückschluss auf die Spannung zu machen, welche zwischen den Enden des Apparates herrscht. Sobald ich die Enden des Voltmeters mit den Anschlussstellen des Tisches in Verbindung setze, stellt sich der Zeiger auf eine bestimmte Stelle ein, welche der Zahl 65 entspricht; auf die nämliche Stelle hat sich der Zeiger in der Fabrik, aus der dieses Instrument hervorgegangen ist, eingestellt, als zwischen seinen beiden Klemmen eine Spannung bestand, von der man wusste, dass sie 65 Volt betrug.

Wir haben somit ein Maass für die Spannung und haben das Mittel kennen gelernt, es anzuwenden. Kehren wir nun, ohne auf die constructiven Einzelheiten des Baues der Voltmeter einzugehen, zu der Frage zurück, welche Beziehungen bestehen zwischen Spannung und der Stromstärke, die sie in einem bestimmten Wege hervorbringt. Diese Beziehung ist, wenn wir immer denselben Weg für den

Ausgleich haben, eine überaus einfache: Die Stromstärke ist in diesem Falle der Spannung direkt proportional, d. h. wächst die Spannung zur doppelten Grösse an, dann verdoppelt sich auch die Stromstärke; wird die Spannung verdreifacht, dann erhöht sich auch die Stromstärke auf das Dreifache u. s. w. Diese Beziehungen allein genügen uns nicht, wir müssen uns vielmehr noch mit der Frage beschäftigen, wie liegen die Verhältnisse, wenn sich eine bestimmte Spannung, also etwa eine solche von 65 Volt, auf verschiedenen Wegen auszugleichen sucht? Wird auch dann unter allen Umständen die gleiche Stromstärke zu Stande kommen? Wir bedürfen keines neuen Experiments, um diese Frage zu beantworten. Die Antwort ist bereits in den Versuchen des letzten Vortrags gegeben. Wir erinnern uns, dass alle Versuche, die wir zu beobachten Gelegenheit hatten, durch Ströme zu Stande kamen, hervorgebracht als Ausgleich der Zustandsverschiedenheit der zwei Stellen am Tische und zwar betrug derselbe, abgesehen von den ersten Versuchen, wo wir mit wechselnden Spannungen arbeiteten, jederzeit den gleichen Werth von 65 Volt. Als diese 65 Volt Gelegenheit fanden, sich durch den in der Bogenlampe gebotenen Weg auszugleichen, brachten sie eine Stromstärke von 8 Ampère hervor. Als die nämlichen 65 Volt sich durch diese Glühlampe hindurch ausglichen, erzeugten sie eine Stromstärke von nur $^3/_4$ Ampère. Und wenn die nämliche Spannung von 65 Volt Gelegenheit hat, sich auf demjenigen Wege auszugleichen, der durch den Kronleuchter des Hörsaales geboten ist, so thut sie es mit einer Stromstärke von 12 Ampère. Wollte ich aber diesen 65 Volt gestatten, sich durch meinen Körper auszugleichen, so würden sie das mit einer Stromstärke thun, die wir höchstens nach 1000stel von Ampère, nach Milliampère, bemessen könnten. Woher kommt es nun, dass der Ausgleich ein und derselben Spannung mit so verschiedener Intensität erfolgt, d. h. Ströme von so verschiedenen Stärkegraden hervorruft, wenn er auf verschiedenartigen Wegen stattfindet? Die Ursache liegt in einer bestimmten Eigenschaft dieser Wege. Sie hängt davon ab, welche Arbeit der Strom verrichten muss, wenn er den betreffenden Körper durchfliesst. Jeder Körper, durch welchen ein elektrischer Strom fliesst, wird durch denselben erwärmt und in den meisten Fällen besteht diese Arbeit ausschliesslich in der Erwärmung des betreffenden Körpers. Die Ursache, welche für das Zustandekommen einer bestimmten Stromstärke als Ausgleich einer bestimmten Spannung zwischen den Enden des betreffenden Körper maassgebend ist, erblicken wir im Allgemeinen in derjenigen Eigenschaft, welche wir als den „Widerstand“ des betreffenden Körpers gegen den elektrischen Strom bezeichnen. Ebenso, wie wir ja auch mit einer gegebenen Kraft eine um so grössere Geschwindigkeit hervorzubringen im Stande sind, je geringer der Widerstand ist, der sich der Bewegung entgegensetzt, bringen wir mit

einer gegebenen Spannung eine um so grössere Stromstärke hervor, je geringer der Widerstand ist, den der Körper dem Durchgang eines elektrischen Stromes entgegensetzt. So fliesst das Wasser unter einem gegebenen Ueberdruck mit um so grösserer Heftigkeit durch eine Leitung, einen je geringeren mechanischen Widerstand sie der Bewegung bereitet. Wir sagen jetzt, dass der Widerstand der zu einem Kronleuchter angeordneten 15 Glühlampen, die ja als Ausgleich der Spannung von 65 Volt einen Strom von etwa 12 Ampère zu Stande kommen liessen, bei weitem kleiner ist, als der Widerstand der einzelnen Lampe, die bei dem Ausgleich dieser Spannung einen Strom von etwa $^3/_4$ Ampère zu Stande kommen liess. Es hat sich als nothwendig erwiesen, auch für den Widerstand ein Maass einzuführen. Diese Maasseinheit führt den Namen des „Ohm".

Somit haben wir als dritten Begriff den des Widerstandes und als seine Einheit das Ohm kennen gelernt. Die Maasse des Ampère, Volt und Ohm, deren wir uns künftig bedienen werden, sind internationaler Art. Sie sind auf zwei internationalen Congressen zu Anfang der 80er Jahre in Paris vereinbart; aber der Gedankengang, der dem Aufbau dieses Systems zu Grunde liegt, ist weit älteren Ursprungs. Er wurzelt in den Arbeiten eines Weber und Gauss, in Arbeiten, die bis in die 30er und 40er Jahre unseres Jahrhunderts zurückdatiren. Man hat die Einführung dieses Maasssystems nicht vorübergehen lassen, ohne einigen um die Entwickelung der Elektricitätslehre hervorragend verdienten Männern verschiedener Nation ein Denkmal zu setzen. So erinnern die Namen Ampère, Volt, Ohm an die drei grossen Physiker Ampère, Volta und Ohm.

Gehen wir nun dazu über, uns auch eine bestimmte Vorstellung von der Grösse eines Ohm zu bilden, so wollen wir mit hohen Widerständen anfangen und von vornherein bemerken, dass der Widerstand des menschlichen Körpers Tausende, ja Zehntausende von Ohm beträgt. Sie werden es dann begreiflich finden, dass der Strom, der als Ausgleich der Spannung von 65 Volt durch den menschlichen Körper hindurchfliesst, nur nach Milliampère zu bemessen ist. Der Widerstand, den die einzelne brennende Lampe besitzt, beträgt bei der hier gewählten Lampensorte etwa 90 Ohm; dagegen verwendet man an anderen Stellen auch Lampensorten mit geringerem Widerstande, oder auch solche mit höherem. Der Widerstand, wie ihn die einzelne Zuleitung besitzt, muss ein überaus kleiner sein, und darum beträgt der Widerstand in der Leitung, die von dem Maschinenraum nach diesem Kronleuchter führt, etwa $^1/_{10}$ bis $^1/_{15}$ Ohm.

Fragen wir uns nunmehr, wovon hängt denn der Widerstand eines bestimmten Körpers ab, warum ist der Lampenwiderstand gerade 90 Ohm, so geht es hiermit, wie mit den anderen physikalischen Eigenschaften. Sie wurzeln einestheils in den Dimensionen — der Länge, dem Querschnitt des betreffenden Körpers —, sie wurzeln

anderentheils in dem Material, aus dem der Körper besteht. Von allen technisch verwerthbaren Materialien ist reines Kupfer dasjenige, das auf ein gegebenes Stück den geringsten Widerstand besitzt und darum verwenden wir für elektrische Leitungen fast ausschliesslich das Kupfer. Wie man sich eines Gewichts-Satzes zum Bestimmen verschiedener Massen zu bedienen hat, so muss sich der Elektriker und Physiker zur Messung unbekannter Widerstände bestimmter Sätze von Rollen bedienen, welche einen bekannten Widerstandswerth besitzen. Sie sehen hier solche Widerstandssätze, Rheostate von 0,1—10 Ohm, vor sich, hier in diesem Kasten solche, welche bis zu 100,000 Ohm messen.

Versuchen wir uns nun die Beziehungen zwischen der Art des Weges, auf dem sich eine Spannung ausgleicht, dem Widerstand des Weges und der zu Stande kommenden Stromstärke durch Versuche klar zu machen. Ich benutze hierzu einen Vorgang, der uns auch von einem anderen Gesichtspunkte aus noch interessiren wird. Wir wollen nämlich, ausgerüstet mit den drei Grundbegriffen Stromstärke, Spannung und Widerstand, gleich zu einer Betrachtung der einzelnen Wirkungen des elektrischen Stromes übergehen, welche in der Technik eine besonders wichtige Verwendung finden und hierbei mit der chemischen Wirkung des Stromes beginnen. Sie erinnern sich, dass, als wir zwei Metallplatten, die in ein mit Nickellösung gefülltes Gefäss tauchten, mit einer Elektricitätsquelle verbanden, ein Strom von dem positiven Pole durch diese Verbrauchsstelle nach dem negativen Pole hinfloss und dass in dieser Richtung ein Transport des Metalls, das sich auf der einen Platte niederschlug, stattfand. Hätten wir nun die positive Platte aus Nickel bestehen lassen, so würden wir gefunden haben, dass, während sich die negative Platte mit Nickel bedeckte, von der positiven sich Nickel ablöste, dass Nickel auf Grund des elektrischen Stromes in der Richtung des zugeführten Stromes wanderte. Betrachten Sie diese hier vor Ihnen stehenden Akkumulatoren zunächst nur als Elektricitätsquellen. Sie erhalten zwei Punkte fortgesetzt in verschiedenem elektrischen Zustande; sie sorgen dauernd dafür, dass von ihren Polen ausgehende Kupferdrähte jederzeit sich in verschiedenem elektrischen Zustande befinden und zwar beträgt im speciellen Falle die Verschiedenheit dieser Zustände oder die zwischen ihnen bestehende Spannung etwa 4 Volt. Zwischen den Kupferdrähten, die von den Akkumulatoren ausgehen, herrscht also eine Spannung von 4 Volt. Beachten wir aber wohl, diese 4 Volt drücken nicht eine Eigenschaft des einen Drahtes oder eine Eigenschaft des anderen Drahtes aus, sondern sie bezeichnen eine Differenz, eine Spannung, welche zwischen den beiden Drähten besteht. Der eine Draht führt nun zu einem Instrumente, unserem bereits bekannten Ampèremeter, ein eventueller Strom kann hindurchfliessen und gelangt dann zu einer Messingstange. Hieran hängen zwei Platten von Nickel und

tauchen in eine mit Nickellösung gefüllte Wanne. Der andere Draht führt an eine zweite vorläufig leere Stange. Die beiden Stangen sind jetzt in verschiedenem elektrischen Zustande. Zwischen ihnen besteht Spannung, aber diese Spannung kann sich nicht ausgleichen, sie kann keinen elektrischen Strom hervorbringen, weil es an einem Weg für einen solchen zur Zeit noch fehlt. Ich hänge nun an die zweite Stange einen Messingleuchter so auf, dass er in das Innere des Bades, in die Lösung eintaucht. Nunmehr ist für einen elektrischen Strom als Ausgleich der Spannung ein Weg geschaffen, und Sie sehen, dass in dem Moment des Eintauchens ein Strom zu Stande kommt. Der Zeiger am Ampèremeter schlägt aus und sagt uns, dass etwa eine Stromstärke von 2 Ampère zu Stande gekommen ist. Ich will einen zweiten Leuchter in ähnlicher Weise eintauchen. Sie sehen die Stromstärke sich ändern, sie steigt auf etwa 4 Ampère. Senken wir diese Lichtmanschetten ein, so ist gleichfalls eine Stromstärke-Steigerung bemerkbar. Je mehr Körper ich hineinhänge, eine um so grössere Fläche biete ich der Spannung zum Ausgleich, einen um so breiteren Weg dem resultirenden Strome. Was für andere Bewegungen gilt, gilt auch für den elektrischen Strom: je breiter der Weg, desto geringer der Widerstand, der sich dem Ausgleich einer bestimmten Spannung bietet, und desto grösser die Stromstärke des Ausgleiches einer gegebenen Spannung. Wir erkennen somit, dass der Widerstand eines bestimmten Leitungsweges von seinem Querschnitt abhängt und um so geringer ist, je grösser der Querschnitt. Wenn wir auf eine bestimmte Entfernung einen Weg von möglichst geringem Widerstand haben wollen, so müssen wir ihm einen möglichst grossen Querschnitt geben. Aehnlich, wie der Querschnitt, ist auch die Länge des Weges von Einfluss und zeigt es sich hierbei, dass ein Widerstand, den ein Körper dem Zustandekommen eines elektrischen Stromes entgegensetzt, bei gleichem Querschnitt und Material um so höher ist, je länger der Weg ist, den er in dem betreffenden Leiter zu durchlaufen hat.

Mit diesen Betrachtungen können wir die einleitenden Bemerkungen über elektrischen Strom, über die Grundbegriffe und über ihre gegenseitigen Beziehungen als abgeschlossen betrachten und können uns nunmehr einer specielleren Betrachtung der elektrochemischen Vorgänge zuwenden.

Es ist jetzt einige Zeit hindurch ein Strom von bestimmter Stärke, etwa 6 Ampère, durch das Bad gegangen. Wir dürfen nach dem, was wir bereits kennen gelernt, erwarten, dass sich auf dem eingehängten Leuchter Nickel niedergeschlagen hat. Ziehen wir ihn heraus, so finden wir ihn in der That vernickelt und hätten wir das Gewicht der ihm gegenüber eingesenkt gewesenen Nickelplatte vor dem Versuche bestimmt und würden sie jetzt wieder wiegen, dann würden wir finden, dass diese Platte Nickel verloren hat, während die eingehängten Waaren ebensoviel an Gewicht gewonnen haben. Sie wissen,

dass man von dieser Wirkungsart des elektrischen Stromes eine ausgiebige Verwendung macht. Die Vernickelung, Versilberung, Vergoldung, Verkupferung u. s. w. stellt ja in der Galvanoplastik und Galvanostegie ein überaus reiches Anwendungsgebiet dar. Aber auch bei der Reinmetallgewinnung hat man vielfach von diesem Verfahren Gebrauch gemacht, da die Gewinnungsweise der Metalle aus ihrer Lösung ein besonders reines Produkt liefert. So wird das Kupfer, das ja für den Elektriker von besonderem Interesse ist, vielfach auf diese Weise, d. h. „elektrolytisch“ dargestellt. Wenn wir den beobachteten Vorgang messend verfolgten, so würden wir finden, dass der Nickelniederschlag um so stärker wird, je länger wir den Strom durchleiten und je stärker der durchgehende Strom ist. Wenn es sich darum handelt, möglichst grosse Mengen niederzuschlagen, so werden wir mit elektrischen Quellen arbeiten müssen, welche ausserordentlich starke Ströme geben und die Maschinen, welche z. B. in Neuhausen zur Gewinnung von Aluminium auf elektrischem Wege verwendet werden, arbeiten mit Stromstärken, die nach Tausenden von Ampère messen. Bei dieser Gewinnung von Metallen ist man nicht immer auf die Benutzung einer wässerigen Lösung angewiesen; man ist soweit gekommen, auf elektrolytischem Wege Metalle aus feurig-flüssigem Zustande niederzuschlagen, und zwar bietet hier die Elektricität selbst die Hilfsmittel, die Erze in den feurig-flüssigen Zustand überzuführen, z. B. bei der bereits erwähnten Aluminiumgewinnung.

Erinnern wir uns nunmehr der Rolle, welche der elektrochemischen Wirkung des elektrischen Stromes zufiel, so fällt uns auf, dass die elektrochemische Wirkung eine solche war, welche von der Richtung des verwendeten Stromes abhing; je nachdem, ob ich den Strom in der einen oder anderen Richtung einführte, wird das Nickel von der einen oder anderen Seite wandern. Wir werden finden, dass alle diejenigen Wirkungen des elektrischen Stromes, welche von der Richtung desselben abhängig sind, ihrerseits die Ursache bilden für das Zustandekommen eines elektrischen Stromes, wenn sie auf anderem Wege entstehen. Wir sind im Stande, nicht nur durch den elektrochemischen Weg Prozesse hervorzurufen, wir sind umgekehrt im Stande, durch chemische Prozesse einen elektrischen Strom zu erzeugen.

Betrachten wir eine weitere Abart der elektrochemischen Vorgänge. Dieses Glasgefäss ist mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt. Ich benutze weiter mehrere Streifen metallischen Bleies, welche von demselben Stück geschnitten sind und sich durch nichts unterscheiden. Ich tauche diese Bleiplatten in die Schwefelsäure ein, Platten von demselben Blei in dieselbe Säure. Wir dürfen nicht erwarten, dass dieselben sich durch irgend welchen Zustand unterscheiden, und werden Sie daher nicht verwundert sein, dass, wenn ich diese beiden Platten mit einer Leitung durch ein kleines Glühlämpchen verbinde,

kein Strom durch das Glühlämpchen fliesst. Diese Platten stimmen eben in allen irgendwie denkbaren Eigenschaften miteinander überein. Ich schicke jetzt unter Vermittelung der eintauchenden Platten einen elektrischen Strom durch das Gefäss, von dessen Vorhandensein wir uns durch das eingeschaltete Ampèremeter überzeugen. Wir beobachten einen Ausschlag, der uns besagt, dass der Strom z. Z. 10 Ampère betrage. Ich will diesen Strom von 10 Ampère eine Minute durch dieses System hindurchgehen lassen. Wir beobachten ein Brausen, es tritt eine Zersetzung der Schwefelsäure ein und die Zersetzungsprodukte treten an den beiden Polen in Beziehung zu den Bleiplatten. Die Folge davon ist, dass die Bleiplatten, welche ursprünglich vollständig gleicher Natur waren, nunmehr in einen chemisch verchiedenen Zustand übergehen. Ziehen wir daher die Platten heraus, so finden wir, dass sie ein verschiedenes Ansehen angenommen haben. Die eine hat ihr vorheriges Aussehen kaum verändert, die andere aber hat sich mit einer bräunlichen Schicht überzogen. Diese beiden Platten stimmen somit in ihrem chemischen Zustande nicht mehr miteinander überein, und wenn ich jetzt diese beiden Platten in der Schwefelsäure belasse, so unterscheiden sie sich auch durch ihren elektrischen Zustand. Bringe ich die Enden dieser Platten in Verbindung mit den Klemmen des Glühlämpchens, welches ausser aller Verbindung mit jedweder anderen Elektricitätsquelle ist, so werden wir wahrnehmen, dass das Lämpchen in's Glühen geräth. Wir haben also durch Einleitung des elektrischen Stromes in diesen Apparat, bestehend aus Bleiplatten, eingetaucht in verdünnte Schwefelsäure, die betreffenden Platten in von einander verschiedenen Zustand übergeführt, und als wir der Verschiedenheit des elektrischen Zustandes Gelegenheit boten, sich auszugleichen, brachte sie einen elektrischen Strom zu Stande, der seinerseits das Lämpchen erglühen liess. Aber wir bemerkten, dass die Zeitdauer des so gelieferten elektrischen Stromes eine verhältnissmässig kurze war: bald erlosch das Lämpchen. In der That war aber auch die Ursache eine begrenzte gewesen. Wir hatten ja nur während der Dauer einer Minute einen Strom durchgeleitet; die Lampe würde länger haben erglühen können, wenn wir statt einer Minute den elektrischen Strom eine Stunde oder noch länger durch die Zelle geleitet hätten.

Was wir nun hier zu sehen Gelegenheit hatten, ist das Modell eines Akkumulators. Durch den Strom werden die Bleiplatten in elektrisch verschiedene Zustände übergeführt, eine Elektrolyse ähnlicher Art, wie wir sie das unlängst kennen lernten, als die eine Kupferplatte sich mit Nickelüberzug bedeckte, die andere aber von Nickel freiblieb. Geben wir jetzt der Spannung zwischen den beiden Platten Gelegenheit, sich in Gestalt eines elektrischen Stromes auszugleichen, dann verschwindet durch diesen umgekehrt die Verschiedenheit des elektrischen Zustandes: es verläuft derjenige Prozess, welcher die

Ursache für das Hervorbringen eines verschiedenen Zustandes abgab, wieder rückgängig, und wenn wir den Prozess bis auf den Schluss fortsetzen könnten, würden die Bleiplatten wieder in ihren ursprünglichen Zustand zurückkehren. Wir haben einen Vorgang ähnlich dem der Anspannung einer Feder. Durch Aufwendung einer bestimmten Arbeit wird eine Feder gespannt. Erhält die gespannte Feder Gelegenheit, ihrerseits Arbeit zu leisten, etwa einen Bolzen vorwärts zu schnellen, so vollzieht sich der Prozess umgekehrt: indem sie durch ihre rückgängige Bewegung den Bolzen vorwärts treibt, kehrt die Feder in den ursprünglichen Zustand zurück. Durch den elektrischen Strom habe ich einen Vorgang, eine Zersetzung im Innern dieser Zelle zu Stande gebracht. Ich habe die Verbindung mit der Stromquelle getrennt und nun dem chemischen Produkt Gelegenheit gegeben, in den ursprünglichen Zustand zurückzukehren. Es geschieht dies unter gleichzeitiger Lieferung eines Stromes, aber eines Stromes von einer bestimmten Zeitdauer, so lange nämlich, bis die chemische Differenz aufgebraucht war, ähnlich wie die Anspannung der Feder beim Abschnellen des Bolzens verbraucht wird.

Welche Eigenschaften hat nun ein solcher Akkumulator vom rein elektrischen Gesichtspunkte aus? Ein einzelner Akkumulator beruht in seiner Wirksamkeit auf der Spannung, welche er zwischen den Enden der Platten zu unterhalten vermag; wir nennen das die „elektromotorische Kraft“ des Akkumulators. Wir können nun irgend einen Akkumulator nehmen: sobald derselbe in der gleichen Weise zusammengesetzt ist, wie dieser, so mag er eine Form, eine Grösse haben, welche er wolle, es wird jederzeit seine elektromotorische, die Elektricität bewegende Kraft dieselbe sein. Sie hängt lediglich von der Natur des sich abspielenden chemischen Prozesses ab, und dieser ist von der Form, die zufällig den betreffenden Platten gegeben ist, unabhängig. Für jedweden solchen Akkumulator beträgt die Spannung, welche er unterhalten kann, ungefähr 2 Volt. Ob der Akkumulator nun im Stande ist, ein kleines Glühlämpchen eben aufleuchten zu lassen, oder wie derjenige, der zur Beleuchtung unseres Hörsaales dient, Tage lang diese Arbeit zu leisten vermag: die elektromotorische Kraft, die höchste Spannung desselben beträgt 2 Volt. Hingegen können sich Akkumulatoren durch die Strommenge unterscheiden, welche sie aufzuspeichern vermögen, denn wir haben es hier im Grunde genommen mit einer Aufspeicherung von Energie zu thun. Sie sahen, dass das benutzte Modell im Stande war, ein Lämpchen, welches einen Strom von einem Ampère bedarf, kaum eine Minute lang mit Strom zu versehen, und wir würden zu sagen haben, dass dieser Akkumulator eine Strommenge von einer „Ampère-Minute“ aufgespeichert hatte. Die Akkumulatoren-Batterie unseres Instituts ist im Stande, ein Ampère 60 Stunden lang zu liefern. Jede der

Zellen, die Sie hier vor sich sehen, ist im Stande, Strommengen von etwa 30—40 „Ampère-Stunden“ aufzuspeichern.

Wodurch unterscheidet sich nun der Akkumulator der Technik von unserem rohen Modell? Wenn wir an einen Akkumulator die Aufgabe stellen, eine möglichst grosse Aufnahmefähigkeit, eine möglichst grosse „Capacität“ zu besitzen, so wird er über einen möglichst grossen Vorrath von wirksamer Masse verfügen müssen. Man hat gelernt, Akkumulatoren in anderer Weise herzustellen, als dass man einfach metallische Bleiplatten nimmt und sie in veranschaulichter Weise der Stromwirkung aussetzt. Würden wir nämlich das benutzte Modell ein zweites Mal nach der Entladung verwenden, so würden wir eine gesteigerte Leistungsfähigkeit bemerken können. Durch die vorgenommene Ladung und Entladung ist das feste metallische Blei in loseren Zustand übergegangen. Diesen Zustand pflegt man als „formirt“ zu bezeichnen. Man stellte früher den Akkumulator aus metallischem Blei her und schickte Wochen und Monate lang abwechselnd ladend und entladend Ströme hindurch. Man bewirkte so eine allmählige Auflockerung des Bleies und erhielt eine wirksame Schicht von bestimmter Tiefe. Dieser Prozess kann durch Erzeugung der wirksamen Schicht auf chemischem Wege abgekürzt werden. Man macht die Akkumulatorplatten heutzutage vielfach nicht mehr aus massivem Blei, sondern aus einem Gitterwerk von Blei, in dessen Hohlräume man als wirksame Substanz gewisse Bleiverbindungen einknetet. Sie sehen hier rohe Akkumulatorplatten vor sich: hier ein Gitterwerk, in dessen Hohlräume noch keine wirksamen Substanzen eingeknetet sind, hier Platten, welche bereits mit wirksamen Massen angefüllt sind. Diese graue Platte wird als negative wirken, diese braune Platte die Rolle der positiven spielen. Hier sind Platten verschiedener Typen, je nach dem Zwecke, zu dem sie dienen sollen, verschieden construirt. So bemerken Sie z. B., dass diese positive Platte mit feinen Oeffnungen versehen ist, welche den Zweck haben, die Oberfläche möglichst zu vergrössern. Die wirksame Oberfläche eines Akkumulators ist nämlich ein Moment, welches im Betriebe eine grosse Rolle spielt und zwar nach zwei Seiten hin. Wir haben gesehen, dass die Wirksamkeit des Akkumulators auf Rückbildung des chemischen Prozesses besteht. Wir sagten zunächst schlechthin, im Akkumulator werde Elektricität aufgespeichert. Dies ist nur eine abgekürzte Redensart; faktisch wird beim Laden des Akkumulators elektrische Energie in chemische Energie übergeführt und bei der Entladung chemische in elektrische. Dieser chemische Prozess der Rückbildung, die Thätigkeit des Strom gebenden Akkumulators, kommt vermöge der gegenseitigen Berührung der wirksamen Flächen der Akkumulatorplatten und der Schwefelsäure zu Stande, und wir können nun auch verstehen, warum es wichtig ist, diesen Berührungsflächen eine möglichst grosse Ausdehnung zu geben. Es wird

dann der Prozess um so intensiver vor sich gehen, der Akkumulator eine um so höhere Stromstärke geben können. Weiterhin haben wir aber gesehen, dass jeder Körper dem elektrischen Strome einen mehr oder minder grossen Widerstand entgegensetzt. Wenn zwischen den Enden des Drahtes hier eine bestimmte Spannung besteht, so fliesst als Ausgleich der Spannung ein elektrischer Strom. Dazu bedarf es aber auch des Aufwandes einer bestimmten Spannung. Es wird ein bestimmter Bruchtheil der in der elektrischen Quelle wirksamen elektromotorischen Kraft erforderlich sein, um den Stromdurchgang durch jeden einzelnen Centimeter des Weges, ja durch die Elektricitätsquelle selbst zu ermöglichen. Es wird stets ein bestimmter Betrag unnütz verwendet werden, lediglich zum Transport der Elektricität. Wir haben ein ähnliches Verhältniss wie bei der Locomotive. Auch hier wird nicht die gesammte Kraft auf den Eisenbahnzug übertragen, sondern ein bestimmter Theil der Kraft wird verwendet, um die Locomotive selbst fortzubewegen. Ein bestimmter Bruchtheil der elektromotorischen Kraft eines Akkumulators wird bereits verwendet, um den elektrischen Strom durch die Quelle selbst hindurchzutreiben. Wollen wir also von der wirkenden elektromotorischen Kraft einen möglichst grossen Bruchtheil in dem äusseren Stromkreise, etwa für Beleuchtungszwecke, nutzbar verwenden, so müssen wir danach trachten, dass auf dem Wege durch den Akkumulator nicht allzuviel verloren gehe, dass der Akkumulator selbst dem elektrischen Strome einen möglichst geringen inneren Widerstand entgegensetzt. Da wir gesehen haben, dass der Widerstand in einem Akkumulator, bestehend aus Bleiplatten, die in eine Flüssigkeit hinabtauchen, um so geringer ist, je grösser der Querschnitt, je grösser die Fläche ist, so erkennen wir, dass es auch aus diesem Grunde vortheilhaft sein wird, dem Akkumulator eine möglichst grosse Oberfläche zu geben.

Darum pflegen die Akkumulatoren der Praxis folgendermassen aufgebaut zu sein: Man setzt nicht in ein Gefäss eine einzige Platte als positive und dieser gegenüber eine einzige andere negative, sondern man bringt noch eine zweite positive, daneben wieder eine zweite negative, eine dritte positive und noch eine dritte negative an u. s. f. und verbindet alle negativen einerseits, alle positiven Platten andererseits. Man hat dann die gleichen Verhältnisse, als ob man Platten z. B. von der dreifachen Fläche hätte. Sie sehen hier einen solchen Akkumulator vor sich, der in der That aus einem Plattensatz besteht, 3 positive und 4 negative Platten enthaltend, die sich verhältnissmässig nahe gegenüberstehen.

Wir haben gesehen, dass der Akkumulator im Stande ist, als Stromquelle zu dienen auf Grund des Umstandes, dass sich die Platten in einem verschiedenen elektrischen Zustande befinden. Ich lasse ihn einen Strom liefern und damit verschwindet die Verschiedenheit des Zustandes. Gleichzeitig spielt sich aber ein chemischer Prozess ab,

und wir erblicken in dem chemischen Prozess das Entgelt für elektrische Energie. Aber dieser chemische Prozess hängt lediglich von der Natur der in Wirksamkeit tretenden Substanz ab, er ist durchaus unabhängig von der Art und Weise, wie diese Substanz entstanden ist. Wenn wir auf irgend einem anderen Wege zwei Bleiplatten mit dem wirksamen Ueberzug bedecken würden, welchen sie hier auf elektrischem Wege erhalten, so würden sie in gleicher Weise, in Schwefelsäure eingetaucht, im Stande sein, einen Strom zu liefern. Ich bin also, um einen Strom zu erhalten, nicht darauf angewiesen, vorher durch Einwirkenlassen eines Stroms die Bedingungen zu schaffen; ich kann diese Bedingungen auch auf anderem Wege herstellen. So existiren neben den Akkumulatoren, den Sekundär-Elementen, auch sogenannte Primär-Elemente. Primär-Elemente sind z. B. die Elemente von Bunsen, Leclanché, Meidinger etc., Elemente, welche Flüssigkeit enthalten, in welche die in chemische Aktion tretenden Platten hineintauchen, oder Elemente, bei welchen an Stelle der Flüssigkeit eine Gelatinemasse getreten ist, sogenannte Trockenelemente. Diese Elemente haben alle das eine gemeinsam, dass sie einen Strom auf Grund irgend eines sich in ihrem Innern abspielenden chemischen Prozesses liefern und unterscheiden sich durch die Natur dieses Prozesses, sowie die Anordnung ihrer Theile.

III.

Elektromagnetismus. Telegraph. Telephon.

Wir wollen uns nun noch weiter mit speciellen Wirkungen des elektrischen Stromes und deren technischer Verwerthung beschäftigen und betrachten zunächst die magnetische Wirkung. Führten wir über oder unter einer Magnetnadel oder an derselben vorbei einen elektrischen Strom, so wurde die Nadel abgelenkt und zwar in je nach der Richtung des Stromes verschiedenem Sinne. Diese Wirkung war mithin durch Wechselstrom, d. h. mittels eines Stromes, der in sehr schnell aufeinanderfolgenden Zeitpunkten von etwa $^1/_{100}$ Sekunde seine Richtung wechselt, nicht zu erzielen. Wir hatten aber die magnetische Wirkung noch in einer zweiten Form kennen gelernt, indem wir den Strom veranlassten, in einer grossen Zahl von Drahtwindungen eine Spule zu durchlaufen. In diese Spule tauchte ein Kern von weichem Eisen, welcher, sobald die Spule vom Strom durchflossen war, in dieselbe hineingezogen wurde, trotz der Gegenwirkung einer Spiralfeder, an welcher der Kern aufgehängt war. Diese Wirkung vollzog sich stets in gleicher Weise, von welcher Richtung wir auch einen Strom wählen mochten, und daher war es leicht einzusehen, dass wir diese Wirkung auch erhalten mussten, wenn wir die Richtung des Stromes in schnell aufeinander folgenden Zeitperioden wechselten, wenn wir einen Wechselstrom verwandten.

Beginnen wir zunächst mit der Form der Wirkung, welche nicht von der Richtung des elektrischen Stromes abhängt. Sie sehen hier einen Stab weichen Eisens, welcher in Hufeisenform gebogen ist. Ich hänge denselben auf und will um ihn herum einen elektrischen Strom leiten. Das Eisen besitzt vorläufig keinerlei magnetische Eigenschaften. Nunmehr will ich einen Draht in Verbindung mit der Batterie setzen, welche als Stromquelle dienen soll. Den stromdurchflossenen Draht führe ich in einer grösseren Zahl von Windungen um den weichen Eisenkern herum. Bringe ich jetzt ein Stück Eisen, — einen „Anker“, wie wir es nennen wollen — an die beiden Enden des Hufeisens, so wird dasselbe mit einer gewissen Kraft, die in diesem Falle aber nicht sonderlich gross ist, festgehalten. Diese Kraft, der Magnetismus, welchen der weiche Eisenkern annimmt, ist nämlich einmal abhängig von der Stromstärke, welche durch diese Windungen hindurchfliesst (von der Zahl der verwendeten Ampère), sie ist ferner abhängig von der Zahl der Windungen, in welchen der Strom um den Eisenkern herumgeführt wird. Um eine möglichst intensive Wirkung zu erhalten, will ich nun den Strom nicht etwa 10—15 Mal um diesen Kern herumführen, ich will ihn vielmehr mehrere hundertmal den Eisenkern umkreisen lassen. Da es zu lange aufhalten würde, diese Umwindungen vorzunehmen, bediene ich mich zweier Spulen, welche in genau derselben Weise hergestellt sind, wie ich jene Windung vollzogen habe. Ich schiebe die Spulen auf, befestige sie und schicke einen Strom hindurch. Um zugleich über die Stärke dieses Stromes ein Urtheil zu gewinnen, lasse ich den Strom vorher das hier aufgestellte Ampèremeter passiren.

Um die bedeutend grössere Kraft des jetzt erzeugten Magnetismus zu zeigen, wollen wir an den Anker ein Gewicht hängen. Der Anker trägt 10 kg mit Leichtigkeit; ein schwereres Gewicht kann er nicht halten. Wir arbeiteten bisher — wie das Ampèremeter anzeigte — mit einer Stromstärke von $3^1/_2$ Ampère. Steigern wir die Stromstärke auf 9 Ampère, so hören Sie bereits am Ton des Aufschlages beim Anziehen des Ankers die Steigerung der Wirkung: In der That vermag der Elektromagnet jetzt mit Leichtigkeit 20 kg zu tragen. Wenn ich aber ausschalte, so verschwindet sichtlich mit dem Strome auch der Magnetismus: das gehobene Gewicht fällt ab. Aber es würde voreilig sein, zu schliessen, dass das Eisen im Momente des Aufhörens des Stromes den Magnetismus vollständig wieder verloren hätte. Es ist dies nicht der Fall. Jedes Eisen, das jemals magnetisch gewesen ist, behält stets einen bestimmten Rest als sogenannten „remanenten“ Magnetismus zurück. Dieser Rest ist ausserordentlich klein, so klein, dass er für viele Fälle der Praxis vernachlässigt werden kann. Je mehr wir vom gewöhnlichen, weichen Eisen zu der specielleren Sorte übergehen, welche man als Stahl bezeichnet, und besonders, wenn wir härteren Stahl wählen, um so besser

werden wir beobachten können, dass nach Aufhören des magnetischen Stromes ein ausserordentlich grosser Bruchtheil, ja fast der gesammte Magnetismus zurückbehalten wird. Darum können wir aus Stahl permanente Magneten herstellen, die Ihnen ja hinreichend bekannt sind. Merken wir uns nun, dass wir Eisen durch einen herumgeleiteten Strom magnetisiren können, dass dieser Magnetismus um so stärker ist, je grösser erstens die verwendete Stromstärke und je grösser zweitens die Zahl der Windungen, je höher — mit einem Ausdruck — das Produkt der Ampère und der Windungen, die Zahl der Ampèrewindungen ist, welche wir verwenden, und dass schliesslich einmal magnetisirtes Eisen nicht wieder in den ursprünglichen Zustand zurückkehrt, sondern einen bestimmten grösseren oder geringeren Rest remanenten Magnetismus behält.

Wenn ich mich zur Demonstration der magnetischen Wirkungen der Tragfähigkeit eines Magneten bediente, so geschah es nicht, weil diese in der Praxis eine ausgedehnte Verwendung findet, — man würde sich zum Tragen von Lasten nicht eines Magneten, sondern eines Drahtseiles bedienen, welches in viel ökonomischerer Weise den zu stellenden Anforderungen entspricht — ich habe diese Form vielmehr nur desshalb gewählt, weil sie mir am geeignetsten erschien, die gradweisen Abstufungen dieser Wirkungen zu veranschaulichen. Davon, dass der Grad der Magnetisirung, d. h. die von einem Elektromagneten auf ein anderes Stück Eisen, den Anker, ausgeübte Kraft von dem Vorhandensein eines Stromes und von dessen Stärke abhängig ist, wird nun in der That in der Technik ein ausgedehnter Gebrauch gemacht. Da der elektrische Strom mit Leichtigkeit über grosse Entfernungen wirken kann, so bietet sich uns in seinen magnetischen Wirkungen ein überaus geeignetes Mittel, um Zeichen auf weithin zu geben. Das elektrische Signalwesen, die Telegraphie und alles, was damit zusammenhängt, beruht fast ausschliesslich auf den magnetischen Wirkungen des elektrischen Stromes.

Wir haben hier einen kleinen Elektromagneten, wie wir den weichen Eisenkern, der mit Windungen versehen ist, durch welche wir Ströme schicken, bezeichnen. Seine Windungen stehen durch Leitung mit den Anschlussklemmen in Verbindung. Doch kann diese durch einen Ausschalter, der je nach der Stellung, die man ihm giebt, dem Strom einen Weg bietet oder nicht, in derselben Weise unterbrochen werden, wie Sie beim Drücken oder Loslassen eines Klingelknopfes einen Stromkreis schliessen oder öffnen. Im Moment des Stromschlusses wird der Anker angezogen; dieser sitzt an einem Hebelarm, welcher um die Axe drehbar ist. Geht der Anker herab, so geht das andere Ende in die Höhe, bei Unterbrechung des Stromes sinkt es wieder herab. Mit Hülfe dieser Vorrichtung lassen sich nun in einer vereinbarten Zeichensprache Signale geben, z. B. könnte ein einmaliges Anziehen den Buchstaben a, ein zweimaliges Anziehen ein b,

dreimaliges c bedeuten und wir hätten nur noch längere Pausen zwischen den einzelnen Buchstaben festzusetzen. Es bietet sich aber ein bei Weitem besserer Weg dar. Wir können den Anker nicht nur anziehen und loslassen, wir können den Anker auch kürzere oder längere Zeit festhalten. Wir haben dadurch zwei Zeichen, die wir in einfacher Weise combiniren können. Sollte es Bedenken erregen, in dieser Weise auf das Gehör oder die vorübergehend sichtbare Bewegung angewiesen zu sein, so steht nichts im Wege, am freien Ende des Hebels irgend eine Schreibvorrichtung anzubringen. Diese Schreibvorrichtung steht einem Papierstreifen gegenüber, der sich bei Betrieb des Apparates mit gleichmässiger Geschwindigkeit von einem Rade abrollt. Wird der Hebel angezogen, so drückt der Schreibstift gegen das Papier, dieses bewegt sich darüber hinweg und es entsteht ein Strich. Die Länge des Striches ist von der Zeitdauer des ausgeübten Druckes abhängig und man hat es an der „gebenden“ Station in der Gewalt, an der „empfangenden“ Station abwechselnd oder in beliebiger Reihenfolge lange und kurze Striche oder, wie wir statt dessen ungenauer sagen wollen, „Striche“ und „Punkte“ hervorzubringen und in dieser Zeichensprache Nachrichten zu übermitteln. Was ich hier zu veranschaulichen versucht habe, ist das Prinzip des Morse-Apparates, welchen Sie auf den meisten deutschen Telegraphenämtern in Verwendung finden. Eine damit ausgerüstete Station besitzt einen Taster, wie ich ihn bereits erwähnte. Durch längeres oder kürzeres Niederdrücken desselben werden Stromschlüsse von längerer oder kürzerer Dauer hervorgebracht. Ueber dem Elektromagneten der Empfangsstation spielt in genau derselben Weise, wie vorher erwähnt, ein Hebel. Dieser Hebel trägt an seinem Ende einen Stift und oberhalb desselben befindet sich eine Walze, welche einen Papierstreifen führt. Je nachdem der Taster längere oder kürzere Zeit gedrückt wird, entstehen längere oder kürzere Striche auf dem Papierstreifen und auf Grund einer Uebereinkunft ist man im Stande, bestimmte Buchstaben herauszulesen. Man hätte z. B. übereinkommen können, einen kurzen Strich als a anzunehmen, einen langen als b, kurz-lang als c. In Wirklichkeit ist man natürlich anders vorgegangen; denn bei der Schaffung einer solchen Schriftsprache kommt es darauf an, möglichst die Buchstaben, die häufig vorkommen, kurz auszudrücken. Es ist wichtig, ein e schnell zu telegraphiren, denn es kommt ausserordentlich häufig vor; ob ein x oder y längere Zeit erfordert, ist von untergeordneter Bedeutung.

Wir können so vermittels des elektrischen Stromes auf weite Entfernungen hin eine leichte mechanische Arbeit leisten. Es handelt sich aber häufig darum, mechanische Arbeit auch im Signalwesen hervorzubringen, welche grössere Stromstärke verlangt, als sich auf so weite Entfernungen zu verschicken empfiehlt. Da bietet sich nun ein einfaches Mittel dar. Wir brauchen die Stromwirkung nicht direkt zu verwenden,

um die Schrift hervorzubringen, wir können die Wirkung des Stromes dazu verwenden, einen zweiten Stromschlüssel zu öffnen oder zu schliessen. Wir stellen dazu an der empfangenden Station eine verhältnissmässig kräftige Batterie auf und von der gebenden Station aus bewirken wir nun, dass diese zweite Batterie in Thätigkeit treten kann oder nicht. Eine solche Vorrichtung führt den Namen eines „Relais."

Stellen wir uns vor, es handelt sich um einen Feuertelegraphen oder um einen Eisenbahn-Signalapparat, bei dem es ganz besonders auf jederzeit unbedingte Betriebssicherheit ankommt, auch bei jahrelanger Nichtbenutzung der Vorrichtung. Wäre die Leitung, welche von der Wohnung nach der Feuerstation führt, an irgend einer Stelle defect, so könnte man bei der sonst üblichen Schaltung auf den betreffenden Knopf drücken und drücken, ohne dass irgend ein Signal an der Empfangsstation ertönte. Diese Gefahr können wir durch eine andere Verwendungsart des elektrischen Stromes umgehen. Bei der bisher gewählten Form erhielten wir Zeichen, sobald der vorher offene elektrische Stromkreis geschlossen wurde. Wir wollen jetzt umgekehrt verfahren, sodass wir ein Zeichen bekommen, sobald der elektrische Stromkreis geöffnet wird. Denken Sie sich den Papierstreifen statt oben unten angebracht und ebenso den Bleistift nach unten, dann wird keinerlei Zeichen gegeben, so lange der Strom geschlossen ist, es wird aber ein Zeichen sich bemerkbar machen, sobald der Strom unterbrochen wird, sobald er Ruhe hat. Wir bezeichnen eine solche Schaltung im Gegensatz zu der vorher erwähnten als „Ruhestromschaltung" und bei dieser Ruhestromschaltung würde statt Stromschluss Stromöffnung zu treten haben. Diese Ruhestromschaltung ist der Natur der Sache nach sehr für Betriebe geeignet, bei denen die Sicherheit in erster Linie steht. Zur Veranschaulichung habe ich grüne Drähte ausgespannt, die von einer Batterie nach einem Relais führen. So lange die grünen Drähte stromdurchflossen sind, bleibt dessen Anker angezogen. Oeffne ich den grünen Stromkreis durch Niederdrücken einer Taste, so lässt das Relais seinen Anker fahren, bewirkt dadurch den Schluss dieses zweiten, durch rothe Drähte gekennzeichneten Stromkreises und bringt eine Klingel zum Tönen. Dasselbe tritt aber bei jeder zufälligen oder muthwilligen Beschädigung des grünen Stromkreises ein. Ich zerschneide den Draht und die Klingel ertönt. Auf diese Weise sind wir gegen die Gefahr geschützt, dass eine Sicherheitsleitung im Moment der Gefahr versage; tritt eine Unregelmässigkeit ein, so meldet sie sich freiwillig im gleichen Moment, indem sie das Warnungszeichen abgiebt.

Eine solche Unterbrechung braucht sich aber nicht in solch brutaler Weise durch direkte Leitungsstörung zu vollziehen wie bei einem Einbruch. Wir bedürfen zum Betrieb der Apparate der Stromquellen, als welche wir meist Batterien verwenden. Diese Batterien sind von begrenzter Lebensdauer. Im Laufe der Monate und

Jahre erschöpfen sie sich. Auch dann würde also bei Ruhestromschaltung die Stromstärke heruntergehen, der Magnet wäre nicht mehr im Stande, den Anker festzuhalten, würde in dem Moment, wo die Batterie schwach zu werden beginnt, herabfallen und würde so das Zeichen geben, dass in der Anlage irgend etwas nicht in Ordnung ist.

Ich sagte, dass der Elektromagnet für unsere meisten Signal-Apparate typisch sei. Als besonders wichtige Form dieser Signal-Apparate können auch die elektrischen Uhren betrachtet werden. Sie sehen hier ein „sympathisches Zeigerwerk"; hinter dem Zifferblatt befindet sich ein Elektromagnet, welcher erregt wird, sobald der elektrische Strom geschlossen wird, und bei jeder Einschaltung rückt der Zeiger um eine Minute vorwärts. Die vor Ihnen stehende Uhr ist eine fälschlich sogenannte Wechselstrom-Uhr, sie arbeitet nicht mit Wechselstrom, sondern mit Gleichstrom. Aber der Stromschluss erfolgt von Minute zu Minute in wechselnder Richtung und zwar wird damit folgendes bezweckt: Wenn die Folge der Stromschlüsse durch irgendwelche Störung z. B. eine atmosphärische Entladung unterbrochen wird, rückt der Zeiger um eine Minute weiter, und so findet der nächstkommende Stromschluss seine Arbeit bereits gethan. Spricht dann die Uhr nur auf Impulse wechselnder Richtung an, so fällt einfach die Wirkung eines Impulses aus, bis wieder ein Strom in entgegengesetzter Richtung durchgegangen ist. Es ist dies eine Uhr, wie sie in einer grösseren Zahl von Exemplaren auch in der Hauptbahnhofsanlage in Frankfurt a. M. vertreten ist. Der Hauptbahnhof besitzt ein einziges Gangwerk, welches sämmtliche sichtbaren Zifferblätter treibt. Das Gangwerk ist so eingerichtet, dass immer nach Schluss einer Minute ein Strom geschlossen wird, und zwar von Minute zu Minute in wechselnder Richtung. Man hat auch Uhren construirt, bei welchen der elektrische Strom diejenigen Arbeiten verrichtet, welche sonst die Feder oder das Gewicht zu vollziehen hat. Diese Uhren aber haben sich nicht in dem Maasse eingebürgert, wie dies die sympathischen Zeigerwerke thaten, da es gerade unser Verkehr und unsere Industrie häufig verlangt, dass an einer Reihe von Orten stets übereinstimmende Zeiten vorhanden sind. Denken Sie an die Wartesäle, die Abfahrtshallen, denken Sie an die verschiedenen Orte einer Eisenbahnlinie u. s. f.

Zum einfachen Elektromagneten zurückkehrend, wollen wir uns vorstellen, dass der Stromkreis in bestimmter gesetzmässiger Weise sehr schnell abwechselnd geschlossen und geöffnet werde, so dass statt von einer zu einer Sekunde der Strom im Verlauf einer einzigen Sekunde etwa 440 mal unterbrochen werde. Es würde der Anker dann sich 440 mal in einer Sekunde auf- und abwärts bewegen. Diese 440 Schwingungen würden sich der Luft mittheilen und sich durch diese unserem Ohr übermitteln, das sie als einen musikalischen Ton empfände. Würde ich die Unterbrechungen doppelt so schnell vor-

nehmen, sodass ich statt 440 880 Schwingungen erhielte, so würde ich einen höheren Ton, die Oktave des vorigen, erhalten. Sie sehen hier im Telephon ein Instrument vor sich, welches auf dieser Eigenthümlichkeit fusst. Im Innern desselben erblicken wir zunächst einen Magneten, aber nicht einen weichen Eisenkern. Es kommt darauf an, dass die ausgeübte Wirkung eine möglichst kräftige sei, und dass sich die Wirkung möglichst schnell vollziehe. Man erreicht diesen Zweck in folgender Weise. Sie sehen einen Stahlmagneten und darüber einen weichen Eisenkern, der dann, wie Sie wissen, auch seinerseits magnetisch wird und ein zweites, ein drittes Stück anzuziehen vermag. Um das weiche Eisen herum befindet sich eine Spule von einer grösseren Windungszahl. Schicke ich in diese Spule einen elektrischen Strom, so wird der Magnetismus des Eisens je nach der Richtung des betreffenden Stromes gestärkt oder geschwächt. Nun befindet sich oberhalb des Eisenkernes in geringer Entfernung eine ausserordentlich dünne Eisenplatte. Wenn der Magnetismus verstärkt wird, wird dieselbe stärker angezogen werden, lässt er nach, infolge eines Nachlassens des Stromes oder der Ankunft eines Stromes von entgegengesetzter Richtung, so wird die Platte vermöge ihrer Elasticität zurückfedern und ebenso oft als eine Schwankung eintritt, wird sie angezogen oder abgestossen werden. Eine magnetische Wirkung ist hierbei streng genommen nur die Anziehung, während das Zurückfedern eine Folge der Elastizität der Platte ist.

Ich will nun durch die betrachtete Spule einen Wechselstrom und zwar von beiläufig 80 Wechseln in der Sekunde schicken. Dann wird die Platte 60 bis 80 mal in der Sekunde angezogen werden und wieder zurückfedern, sie geräth in Schwingungen, diese theilen sich der Luft mit, Sie hören dieselben als Ton. Die Höhe dieses Tones hängt davon ab, wie oft in der Sekunde der elektrische Strom seine Richtung wechselt. Durch eine Vorrichtung verändern wir diese Zahl und Sie hören die entsprechende Aenderung der Tonhöhe. Wir verstehen mithin, wie wir auf Grund magnetischer Wirkung des elektrischen Stromes im Stande sind, in dem Telephon einen Ton zu empfangen.

Da wir die Wirkung des Stromes auf Stahlmagneten als eine solche kennen gelernt haben, die von der Richtung des elektrischen Stromes abhängig war, so dürfen wir auf Grund des Inhaltes des vorigen Vortrages vermuthen, dass auch diese Wirkungen einer Umkehr fähig sind. Versuchen wir uns durch das Experiment davon zu überzeugen. Wenn wir einen starken elektrischen Strom über eine Magnetnadel leiten, so erhalten wir eine Bewegung der Nadel; wir könnten daraus folgern, dass, wenn wir umgekehrt unter einem solchen Draht eine Magnetnadel zwangsmässig bewegen, wir in dem Draht das Bestreben für das Zustandekommen eines elektrischen Stromes wachrufen. Mit Hilfe besonders feiner Messinstrumente könnten wir

die so auftretende elektromotorische Kraft nachweisen. Wir wollen aber den Versuch in einer abgeänderten Form durchführen. Statt eines einfachen Drahtes bediene ich mich wieder einer hunderte von Drahtlagen enthaltenden Spule und statt gegen eine solche eine schwache Magnetnadel zu bewegen, stosse ich in diese einen starken Magneten hinein. Zum Nachweis des entstehenden Stromstosses benutze ich das vor Ihnen stehende Spiegelgalvanometer. Dasselbe enthält einen Magneten in Gestalt einer kleinen Stahlscheibe, deren eine Fläche polirt und als Spiegel ausgebildet ist. Hierauf fällt von einer aufgestellten Gaslampe ein Lichtstrahl, und wenn sich der Magnetspiegel bewegt, wird das zurückgeworfene Bild in gleicher Weise wandern, als wenn wir den Sonnenstrahl auffangen und mittelst eines sich bewegenden Spiegels an die Wand werfen. Wir sind so im Stande, die geringste Bewegung des Spiegels zu erkennen. Sehen wir künftig das Lichtbild wandern, so schliessen wir auf eine Bewegung des Spiegels und damit auf das Auftreten eines elektrischen Stromes in den den Magnetspiegel umgebenden Galvanometerwindungen. Stosse ich jetzt den Nordpol des Magneten in die Spule, so erfolgt eine Bewegung des Lichtbildes nach links, ziehe ich ihn wieder heraus, nach rechts. Vollführe ich jedoch die gleichen Bewegungen mit dem Südpol, so beobachten Sie die entgegengesetzten Ausschläge. Belasse ich schliesslich den Magneten unbeweglich im Hohlraum der Spule, so tritt keinerlei Beeinflussung des Galvanometers, kein Strom auf.

Somit sehen wir, dass in der That die Wirkung des elektrischen Stromes auf Magnete mit bestimmten Polen umkehrbar ist und wir durch gegenseitige Bewegung von Magnet und Spule eine elektromotorische Kraft erhalten und durch sie einen Strom erzeugen können, dessen Richtung, erkennbar an dem Sinne des Ausschlages, von der Art der ausgeführten Bewegung abhängt. Es lässt sich allgemein zeigen, dass in einer Spule stets eine elektromotorische Kraft auftritt, wenn sich die magnetischen Verhältnisse in ihrem Innern in entsprechender Weise ändern.

Einen bereits zur Demonstration des Telephons benutzten Aufbau wiederholend, setze ich auf einen Magnetstab einen weichen Eisenkern und schiebe eine kleine Spule darüber, die wieder an das Galvanometer angeschlossen ist. Die magnetischen Verhältnisse im Innern unserer Spule sind nun nicht nur von dem umschlossenen magnetisirten Eisenkern abhängig, sondern sie werden gleichzeitig auch von all dem Eisen beeinflusst, das sich sonst in der Nähe befindet. Ich nehme eine Platte weichen Eisens und lege sie an die Spule an, in dem Moment bemerken Sie einen Ausschlag am Galvanometer; ebenso erfolgt, sobald ich die Platte entferne, ein Ausschlag, jedoch nach der entgegengesetzten Seite. So oft ich die Platte nähere oder entferne, ergiebt sich ein Stromstoss in analoger Weise, wie wir ihn zuvor durch Herausziehen und Einschieben unseres Eisenkernes erzeugten.

Wenn ich nun diese Annäherung und Entfernung der Platte statt langsam in schnellerem Tempo z. B. 400 mal in der Sekunde ausführe, erhalte ich eben so oft einen Wechsel in der Richtung des dadurch angeregten Stromes. Ich werde keinen Strom erhalten, wenn die Platte anliegt; ich erhalte auch keinen Strom, wenn die Platte entfernt ist, wohl aber, wenn die Platte sich nähert, wenn sie sich entfernt, so oft die Platte ihre Lage zur Spule verändert. In der Praxis sehen wir diese 400 malige Näherung und Entfernung der Platten nicht mechanisch vollführt; wir überlassen es der menschlichen Stimme, durch Schallschwingungen diese abwechselnde Annäherung und Entfernung der Eisenplatte — welche sich als Membran im Telephon über der Spule, oberhalb des magnetischen Systems befindet — diese Schwingungen hervorzubringen.

Wir sind so von dem Telephon als Geber zu dem Telephon als Empfänger gekommen. Wir hatten eine Vorrichtung, auf der chemischen Wirkung des elektrischen Stromes beruhend, kennen gelernt, welche gleich geeignet war, uns zur Veranschaulichung der chemischen Wirkung des elektrischen Stromes wie zur Veranschaulichung der Entstehung elektromotorischer Kraft und damit elektrischer Ströme durch einen chemischen Prozess zu dienen. Entsprechend haben wir jetzt im Telephon eine Vorrichtung kennen gelernt, welche uns zeigt, wie mechanische Bewegungen der Eisenmembran durch Stromschwankungen hervorgebracht werden, die uns ferner zeigt, wie die Erzeugung von Stromschwankungen durch mechanische Bewegung von Eisenflächen gegenüber einem Magneten entstehen.

Das Telephon vereint somit im Kleinen das, was wir als einen „Elektromotor“, eine Vorrichtung zur Hervorbringung mechanischer Bewegungen auf Grund elektrischer Energie bezeichnen, und das, was wir im Grossen als eine „Dynamo-Maschine“, eine Vorrichtung zur Hervorbringung eines elektrischen Stromes, auf Grund aufgewandter mechanischer Energie bezeichnen. In der That ist das kennengelernte Prinzip der Hervorrufung einer elektromotorischen Kraft, welches wir bei dem Telephon kennen lernten, in der Physik unter dem Namen der „Induktion“ bekannt, das gleiche, welches in der einen Richtung in der Dynamo-Maschine, in der umgekehrten Richtung in dem Elektromotor Anwendung findet.

IV.

Gramme'scher Ring. Dynamoelektrisches Princip. Gleichstrommaschine. Elektromotor.

In dem Studium der Wechselwirkungen zwischen Veränderungen im Magnetismus und Auftreten elektromotorischer Kräfte fortfahrend, benutzen wir für die anzustellenden Versuche einen mächtigen Elektromagneten von Hufeisenform. Zwischen den Polen entsteht bei seiner Erregung ein Raum, in dem überall magnetische Kräfte auftreten.

Wir nennen einen solchen Raum, den Wirkungskreis des Magneten, sein „magnetisches Feld.“ Lasse ich darin eine Spule sich in geeigneter Weise bewegen, so erhalte ich gleiche Wirkungen als wenn ich früher eine Spule auf den Stahlmagneten hinaufschob. Sie sehen hier einen einfachen Drahtring, dessen Enden mit dem Galvanometer verbunden sind. Ich führe mit ihm zwischen den Polen des noch unmagnetischen Eisengestelles irgendwelche Bewegung aus, ohne am Galvanometer einen Ausschlag zu erhalten. Nun will ich den Elektromagneten durch einen herumgeleiteten Strom erregen und bringe jetzt die Rolle zwischen die Pole, es erfolgt ein Ausschlag des Galvanometers, ich ziehe die Rolle weg — Ausschlag nach der entgegengesetzten Seite. Durch eine fortwährend hin- und hergehende Bewegung dieser einfachen Drahtrolle kann also eine Reihe von hin- und hergehenden Strömen, ein Wechselstrom erhalten werden. Diese Methode, einen elektrischen Strom zu erzeugen, wäre aber eine mechanisch sehr ungeschickte. Wir sind in der Technik gewohnt, wenn möglich, statt mit hin- und hergehenden Bewegungen, mit Drehbewegungen zu arbeiten. Könnten wir aber nun nicht auch mit Hilfe einer drehenden Bewegung einen elektrischen Strom erzeugen? Versuchen wir es mit dieser Drahtrolle. Ich bringe sie in das magnetische Feld und drehe sie zwischen den Polen: wir erhalten einen Ausschlag. Ich drehe die Rolle weiter und weiter und wir erhalten jedesmal einen Ausschlag. Während die Ausschläge anfangs nach rechts gingen, gehen sie jetzt nach links. Ich drehe noch weiter, jedesmal um 90 Grad, ich bekomme wiederum einen Ausschlag, aber nach links. So oft ich diese Drahtrolle um 90 Grad drehe, erhalte ich jedesmal einen Stromimpuls als Wirkung einer elektromotorischen Kraft. Aber diese elektromotorische Kraft war während der beiden ersten Drehungen und während der zweiten Drehung verschieden. Drehe ich nicht wie jetzt um 90 Grad, sondern nur um 45 Grad, so erhalte ich einen schwachen Ausschlag nach links, ich drehe weiter, gleichfalls um 45 Grad, es erfolgt ein starker Ausschlag nach links, abermals um 45 Grad gedreht, wieder ein starker Ausschlag nach links, nun bei weiterer Drehung schwacher Ausschlag nach links, dann schwacher Ausschlag nach rechts, ein starker Ausschlag nach rechts, wieder ein starker Ausschlag nach rechts, ein schwacher Ausschlag nach rechts, und die Spule ist wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückgekehrt.

Wir können diese Thatsachen folgendermaassen zusammenfassen: Wenn sich eine Drahtspule innerhalb eines magnetischen Feldes in der gewählten Weise um ihre Achse bewegt, so erzeugt sie hierdurch eine elektromotorische Kraft, deren Betrag je nach der Stelle, welche die betreffende Spule gerade passirt, ein verschiedener ist. Ausser in Bezug auf Grösse ändert sich diese elektromotorische Kraft auch der Richtung nach; denn während der ersten Hälfte der Drehung erhielten wir einen Galvanometerausschlag nach links, während der zweiten Hälfte der Drehung einen solchen nach rechts. Bei der zufällig ge-

troffenenen Anordnung trat der Richtungswechsel immer bei Passage der vertikalen Symmetrieebene auf: je nachdem die Spule sich durch die linke oder rechte Hälfte des Feldes bewegte, erhielten wir einen Strom der einen oder anderen Richtung. Wollte ich somit eine einzelne Spule benutzen, welche ich zwischen zwei mächtigen Magneten anbringe, und wollte sie sich fortwährend in dieser Weise drehen lassen, so würde ich einen elektrischen Strom von wechselnder Richtung und Stärke erhalten. Schon aus der Thatsache eines Richtungswechsels hätten wir schliessen können, dass die Stromstärke nicht die gleiche bleibt, denn wo wir bei einer Bewegung oder bei einer Kraftwirkung einen Uebergang von einer Richtung in die andere wahrnehmen, vollzieht sich dieser Uebergang in stetiger Weise, unter allmähliger Aenderung der Stärke der Bewegung oder Kraft. Lassen wir nun in unserem magnetischen Felde statt einer Spule sich deren mehrere bewegen und zwar so, dass die eine in ihrer Bewegung der anderen gegenüber um 180° verschoben ist, so wird stets die elektromotorische Kraft in beiden entgegengesetzt gerichtet sein, weil sich dann die Spulen stets in entgegengesetzt wirkenden Hälften des Feldes befinden. Denn wie Sie sich erinnern, ergab der Versuch eine — bei der gewählten Anordnung vertikale — Zone, bei deren Passage ein Richtungswechsel der elektromotorischen Kraft stattfand. Hingegen wirken elektromotorische Kräfte gleicher Richtung in solchen Spulen, welche sich durch dieselbe, z. B. durch die linke Hälfte des Feldes bewegen. Ich könnte darum diese Spulen sämmtlich miteinander verbinden und sie würden sich alle in dem Bestreben unterstützen, einen Strom in bestimmter Richtung, die Spulenfolge durchstreifend, hervorzubringen. Spulen, welche gleichzeitig die andere Feldhälfte durchliefen, würden einen Strom, dem ersten in Bezug auf die Spulenfolge entgegenwirkend, hervorzubringen streben. Diese Beziehungen gelten nicht für den ruhenden „Anker“, wie wir ein solches System von Spulen nennen wollen, sondern für den Anker in Bewegung. Hierbei ist es vollständig gleichgültig, ob eine bestimmte Stelle gerade von der Spule A, B oder C passirt wird, da diese Spulen vollständig kompetent hergestellt sein sollen. Die elektromotorische Kraft in der einzelnen Spule hängt dann nicht von deren Individualität ab, sondern von der Stelle des Feldes, die sie gerade passirt. Gelangt irgend eine Spule an eine um 180° gegen die frühere abstehende Stelle des Weges im Felde, so erzeugt sie eine elektromotorische Kraft von entgegengesetzter Richtung als vorher. Befindet sich der Anker in Rotation, so wechselt mit ihrer Lage fortwährend die Rolle, die der einzelnen Spule zufällt, aber indem sie ihren Platz verlässt, tritt die nächstfolgende an ihre Stelle, bereit ihre Rolle zu übernehmen. Soll nun dieser grossen Zahl von Elektrizitätsquellen — denn jede einzelne Spule stellt eine solche dar — ein Strom entnommen werden, so kommt es darauf an, auch der Spule, welche sich wie die in der

linken und die in der rechten Hälfte des Feldes, auf Grund ihrer Lage im betreffenden Moment, in Bezug auf Richtung der elektromotorischen Kraft verschieden verhalten, zu gemeinschaftlicher Thätigkeit zu vereinen. Zu dem Zweck wollen wir zunächst das Ende jeder einzelnen Spule mit dem Anfang der nächstfolgenden verbinden, sodass wir ein geschlossenes Ganze erhalten. Suchen wir nun zu erkennen, was die beiden feindlichen Lager scheidet, so erkennen wir eine Verschiedenheit der Richtung der elektromotorischen Kraft, wenn wir sie im Sinne der Kreisbewegung betrachten, aber eine Uebereinstimmung für eine andere Anschauungsweise.

Diejenigen Spulen, welche sich gerade auf der linken Bewegungshälfte befinden, rufen elektromotorische Kräfte wach, welche von unten

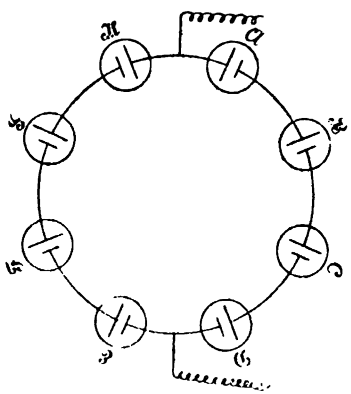


Fig. 2.

nach oben gerichtet sind und diejenigen Spulen, welche die rechte Hälfte passiren, rufen elektromotorische Kräfte wach, welche gleichfalls von unten nach oben gerichtet sind und oben treffen diese elektromotorischen Kräfte zusammen. Wir haben darum eine Reihe von Elektricitätsquellen in der gleichen Anordnung, wie sie vielfach bei Batterien üblich ist. Sie sehen hier 8 Elemente in dieser Anordnung, deren jedes eine elektromotorische Kraft von 1,2 Volt besitzt. Am positiven Pol des ersten Elementes A herrscht dann ein um 1,2 Volt höherer elektrischer Zustand als an seinem negativen und wenn ich damit den negativen des zweiten Elementes B verbinde, so nimmt dieser den gleichen elektrischen Zustand an. Der positive Pol von B ist nun wieder um 1,2 Volt höher und damit um 2,4 Volt höher als der negative von A. Ebenso besitzen der positive Pol der Elemente C, D um 3,6, 4,8 Volt höhere elektrische Zustände, als der negative Pol von A. Das gleiche gilt aber für die vom Gesichtspunkt einer Kreisbewegung entgegengesetzt geschalteten Elemente E, F, G, H. Auch

sie liefern nach dem positiven Pol von G einen 4,8 Volt höheren elektrischen Zustand als er am negativen Pol von H herrscht. Verbinde ich die beiden Reihen von Elementen mit einander, so erhalte ich keinerlei elektrischen Strom, denn die verschiedenen elektromotorischen Kräfte der einen Reihe und der anderen halten sich gegenseitig im Schach. Wenn ich aber jetzt den Spannungen, welche zwischen den Stellen A, H und D, E bestehen — und in dem Bestreben, diese Spannungen zu unterhalten, unterstützen sich die beiden Reihen von Elementen — Gelegenheit gebe, sich etwa durch eine Lampe in Gestalt eines Stromes auszugleichen, so bekomme ich einen elektrischen Strom auf Grund einer gemeinschaftlichen Wirkung beider Reihen. Genau dieselben Verhältnisse ergeben sich für den betrachteten „Anker" der „Dynamomaschine", denn um einen solchen handelt es sich. Gelingt es, durch einen äusseren Stromkreis diejenigen Stellen, zwischen denen die maximale Spannung besteht, zu verbinden, so vereinigen sich die anscheinend feindlichen Parteien zu gemeinschaftlichem Wirken.

Beim Aufstellen zweier Batterien von Elementen in der beschriebenen „Parallelschaltung" genügt es, das erste und das letzte Element jeder Reihe dauernd mit der äusseren Strom-Verbrauchsstelle in Verbindung zu setzen; anders bei dem rotirenden Anker. Will ich hier die beiden in Betracht kommenden Stellen fortwährend mit der äusseren Stromverbrauchstelle in Verbindung halten, so muss ich dafür Sorge tragen, dass diejenigen Stellen dauernd in

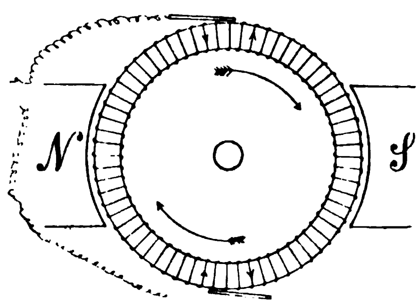


Fig. 3.

Verbindung mit der äusseren Stromverbrauchsstelle bleiben, welche den Enden der Batterie unter Zugrundelegung der zufälligerweise gewählten Verhältnisse entsprechen. Ich hätte dauernd mit dem äusseren Stromkreise — etwa einer Lampe — diejenigen Spulen in Verbindung zu setzen, deren eine gerade die oberste, die andere die unterste Stelle passirt. Diese Aufgabe lässt sich in einfacher Weise lösen, indem man den Spulendraht nicht isolirt, sondern blank nimmt und oberhalb der obersten Stelle und unterhalb der untersten

Stelle schleifend zwei Metallflächen anordnet, die mit den Polen der Verbrauchsstelle in Verbindung stehen. In der That hat man Maschinenanker in dieser Weise wirkend hergestellt, sodass auf deren Aussenflächen Metallbürsten als Stromabnehmer schleifen. Es lässt sich aber diese Anordnung nur bei gewissen Maschinentypen, den sogenannten Innenpolmaschinen, bei denen die Pole sich innerhalb des Ankers befinden, treffen. Im Allgemeinen hat man sich ein Prinzip der Arbeitstheilung zu eigen gemacht: man überträgt einem besonderen Maschinentheil die Verbindung der gerade die „neutrale“ Zone passirenden Windungen oder Spulen mit dem äusseren Stromkreis. Von der Verbindungsstelle führen wir einen Draht ab und lassen ihn in der Nähe der Welle in einem soliden Stabe von Eisen,

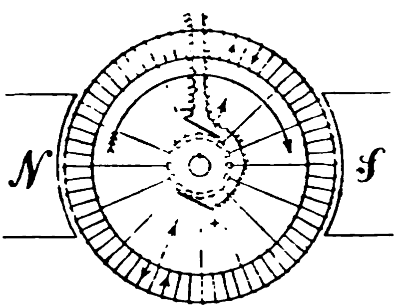


Fig. 4.

Kupfer, Messing oder Bronce enden. Sie sehen die Verbindung hier an einem groben Modell veranschaulicht, an welchem Sie die Verwirklichung der skizzirten Schaltungsweise erkennen werden.

Es sind auf diese Weise jederzeit alle einzelnen Elemente, alle einzelnen Windungen in Verbindung mit einander und wenn ich dann auf dem hinzugefügten Stromabgeber — dem sogenannten „Kollektor“ — oberhalb und unterhalb geeignete Stromabnehmer in Gestalt von Blechen oder Metallbürsten schleifen lasse, so bin ich im Stande, auf diese Weise dauernd die verlangte Verbindung mit einer äusseren Verbrauchsstelle herzustellen. Der Anker kann sich beliebig drehen, es befindet sich jederzeit die jeweilig oberste und die unterste Spule, die ja ihre Individualität wechseln, aber stets in Bezug auf ihre elektrische Wirkung die gleiche Rolle spielen, mit dem Nutzstromkreis in Verbindung.

Wir haben somit die gestellte Aufgabe gelöst. Mit Hülfe dieser Schaltung, welche den Namen des „Gramme-Pacinotti“schen Ringes führt, sind wir im Stande, durch Drehen einer Reihe in geeigneter Weise mit einander verbundener Spulen einen Strom von stets gleicher Richtung nach einer äusseren Verbrauchsstelle hin zu erzeugen. Gemäss der gewählten Form der Bewegungen haben wir für den Anker die Form eines Ringes erhalten; wenn wir aber an diejenige Form der

Bewegung angeknüpft hätten, welche wir beim ersten Versuch hatten, als wir eine Drahtrolle um eine durch sie hindurchgehende Achse drehten und hätten hier statt der einen mehrere Rollen verwandt, die alle symmetrisch zu der gemeinsamen Drehungsachse lagen, so wären wir im Gegensatz zum „Ringanker“ zu der Form des „Trommelankers“ gelangt, von dem Sie hier ein Exemplar vor sich sehen.

An der vor Ihnen stehenden Maschine erkennen Sie unschwer die bisher schematisch betrachteten Theile: den Anker, der sich zwischen zwei starken Magnetpolen bewegt, den Kollektor mit seinen Lamellen und Bürsten, die die Stromabgabe nach aussen vermitteln, indem sie im Verein mit dem Kollektor dafür sorgen, dass in jedem einzelnen Moment die gerade geeigneten Spulenenden mit den Abnahmestellen verbunden sind. An die stromabführenden Drähte der Maschine ist ein kleines Glühlämpchen angeschlossen. Setze ich jetzt den Anker mit beliebiger Geschwindigkeit in Drehung, so können Sie keinerlei Wirkung wahrnehmen. Zur Zeit sind diese Elektromagneten, welche die Pole darstellen, nur weiches Eisen. Ich muss dieselben daher zunächst erregen und leite zu dem Zwecke einen Strom um dieselben, den ich einer Batterie von Elementen entnehme. Die Magnete sind jetzt erregt, wie Sie am Anziehen dieses Eisenstückes bemerken. Drehe ich nunmehr, so erhalten wir einen Strom; die Verbrauchsstelle, das Lämpchen, erglüht. Drehe ich schneller, so erglüht die Lampe heller. Die hervorgebrachte Wirkung ist also, wie auch schon von vornherein wahrscheinlich war, von der Geschwindigkeit der Drehung abhängig. Ich will jetzt bei einer gewissen langsamen Drehung bleiben, bei der wir das Lämpchen nur sehr schwach erglühen sehen. Der Magnetismus wird durch einen herumgeleiteten Strom erregt. Dieser Strom ist einer Steigerung fähig. Lassen Sie mich durch Vermehrung der Zahl der eingeschalteten Elemente eine solche bewirken und Sie sehen das Lämpchen stärker erglühen, als vorher. Ich kann diese Steigerung noch weiter fortsetzen, indem ich immer noch mehr Elemente hinzunehme und es genügt jetzt eine sehr langsame Drehung, um das Lämpchen hell erglühen zu lassen.

Der beobachtete Vorgang hat sich folgendermassen abgespielt: Durch eine besondere Elektrizitätsquelle erregten wir einen Elektromagneten. Drehten wir zwischen dessen Polen den Dynamo-Anker, so erhielten wir einen Strom, der in seiner Stärke von der Stärke des wirkenden Magnetismus abhing. Somit scheint die Erzeugung eines Stromes von wahrnehmbarer Stärke auf dem betretenen Wege immerhin noch vorauszusetzen, dass von anderer Seite ein elektrischer Strom geliefert wird. Sollte es nun nicht möglich sein, statt dessen den von der Maschine selbst erzeugten Strom zur Schenkelerregung zu benutzen?

Führen wir den Versuch aus. Ich löse jedwede Verbindung mit der äusseren Elektrizitätsquelle, sodass die Elektromagnet-Wirkungen von keinerlei äusserer Elektrizitätsquelle mit Strom versorgt werden können. Um

jedoch den eventuell von der Maschine zu erzeugenden Strom zur Speisung der Feldmagnete zu benutzen, führe ich von den Klemmen der Maschine den gelieferten Strom nicht direkt in die Glühlampe, sondern ich veranlasse ihn zunächst noch durch die Windungen des Elektromagneten zu fliessen, dann erst durch das Glühlämpchen und von diesem zur anderen Bürste zurück. Drehe ich, so erglüht das Lämpchen, und der Versuch bestätigt, dass wir in der That im Stande sind, auch ohne irgendwelche Verbindung mit einer weiteren Elektrizitätsquelle einen elektrischen Strom zu Stande zu bringen, dass das Maschinchen befähigt ist, sich den zur Erregung seiner Magnete erforderlichen Strom selbst zu erzeugen. Wir haben hierin das „dynamo-elektrische Prinzip" kennen gelernt, welches etwa gleichzeitig von Siemens und Wheatstone veröffentlicht wurde. Der Versuch hat uns dessen Richtigkeit in einwurfsfreier Weise bewiesen und doch erscheint es unserem Verständniss unbegreiflich, fast widersinnig. Die stromliefernde Maschine sorgt für Unterhaltung des Magnetismus, der seinerseits Voraussetzung ist, wenn überhaupt ein Strom zu Stande kommen soll. So erscheint der Magnetismus einerseits als Folge des Stromes, während andererseits das Zustandekommen des Stromes an ein Vorhandensein des Magnetismus geknüpft ist. Ist eins von beiden Elementen vorhanden, so begreifen wir das Zustandekommen des anderen. Wer von beiden soll aber aus sich heraus den Anfang machen?

Erinnern wir uns eines früheren Versuches. Wir unterbrachen den Strom in den Windungen eines Elektromagneten, ohne dass der durch den Magnetismus getragene Anker herabfiel. Wir entnahmen daraus, dass der Magnetismus des Eisens nicht nothwendig mit Verschwinden des ihn hervorrufenden Stromes verschwindet. Sie hörten dann weiterhin, dass Eisen, welches einmal magnetisch gewesen ist, seinen Magnetismus niemals wieder ganz verliert. So haben die Schenkel der benutzten Dynamomaschine, welche bereits des Oefteren magnetisch gewesen sind, einen kleinen Betrag von Magnetismus zurückbehalten. Er ist ausserordentlich schwach, aber ist doch genügend stark, um, wenn der Anker zwischen den beiden Schenkeln gedreht wird, einen auch seinerseits ausserordentlich schwachen Strom hervorzubringen. Dieser Strom reicht nicht aus, um das Lämpchen zum Glühen zu bringen. Aber indem er um die Schenkel fliesst, verstärkt er deren geringen Magnetismus; der Magnetismus erweist sich dankbar und erzeugt einen stärkeren Strom. Der Strom kommt wieder dem Magnetismus zu Hilfe und so arbeiten sich beide gegenseitig in die Höhe. Sie beachten wohl bei einer Wiederholung des Versuches, dass, wenn ich die Maschine in Bewegung setze, einige Zeit verfliesst, bis Magnetismus und Stromstärke durch gegenseitige Unterstützung in der besprochenen Weise ihren normalen Werth erreicht haben. Indem wir uns von der Möglichkeit überzeugten, auf diesem Wege Ströme zu erzeugen, ohne an das vorherige Vorhandensein irgend welchen Stromes gebunden zu sein, sind wir zur eigentlichen „Dynamomaschine"

übergegangen, so bezeichnet zum Unterschied von der älteren „magnet-elektrischen“ Maschine, welche ihrerseits Magnete in Gestalt permanenter Stahlmagnete oder von anderer Seite erregter Elektromagnete voraussetze. Die Versuche hatten gezeigt, dass die Leistung einer bestimmten Maschine noch von zweierlei abhängig ist, erstens von der Umdrehungszahl und zweitens von der Stärke des verwandten magnetisirenden Stromes.

In technischen Betrieben werden wir stets mit einer bestimmten unveränderlichen Umdrehungszahl arbeiten, z. B. arbeitet die Maschine des Institutes, die für die Beleuchtung dieses Saales sorgt, mit einer Umdrehungszahl von 1200 Touren in der Minute. Wir verlangen von einer solchen Maschine, dass sie nicht blos Elektrizität erzeuge, sondern dass sie Elektrizität von bestimmter Eigenschaft erzeuge: wir verlangen von der Maschine eine Spannung von bestimmter Grösse, z. B. im speziellen Falle eine solche von 65 Volt, weil sich unter dieser unsere Glühlampen diejenige Stromstärke nehmen, die sie in normaler Helligkeit erstrahlen lässt.

Während bei Maschinen, welche mit besonderer Erregung der Schenkel von einer fremden Elektricitätsquelle aus arbeiten, diese Erregung stets in gleicher Weise vor sich geht, sind wir in Bezug auf die Erregung einer Dynamomaschine, bei welcher der gesammte Strom um die Schenkel geleitet wird, von der Stärke des entnommenen Stromes, d. h. von den Betriebsverhältnissen abhängig. Man bedarf deshalb noch besonderer Regulirungs-Vorrichtungen, damit man jederzeit diejenige Stärke des Magnetismus herstellen kann, welche bei der gegebenen Umlaufszahl der Maschinen zur Erzielung der gewünschten Stromstärke beziehungsweise Spannung erforderlich ist.

Wenn Sie Gelegenheit haben, eine elektrische Maschinenanlage zu besichtigen, erblicken Sie stets diese besonderen Regulirungsapparate. Sie sehen an einer Schalttafel Instrumente, welche Sie als Ampère- und Voltmeter erkennen werden und welchen die Aufgabe zufällt, dem Maschinisten anzuzeigen, ob die Maschine diejenigen Stromverhältnisse liefert, die gerade gebraucht werden. Ist dies nicht der Fall — weil z. B. eben durch Ein- oder Ausschalten einer grösseren Lampenzahl eine Veränderung in den äusseren Betriebsverhältnissen eingetreten —, so regulirt er mittels des „Regulirwiderstandes“ die die Schenkel umfliessende Stromstärke auf den nunmehr erforderlichen Grad. Die besprochene Verbindungsweise von Schenkeln, Ankern und äusserem Stromkreis ist nicht die allein mögliche, man verwendet bei einer Reihe von Maschinen nicht den gesammten Strom zur Erregung der Schenkel, sondern zweigt nur einen Theil dafür ab, während der Haupttheil direct in die Anlage geht. Die erste Art von Maschinen nennt man „Hauptstrommaschinen“, die zweite Art „Nebenschlussmaschinen“, die dritte Art, welche sich innerhalb gewisser Grenzen selbst regulirt, nennt man „Compound-

maschine". Ohne in Einzelheiten einzugehen, sehen Sie hieraus, über welche Mannigfaltigkeit in Bezug auf die Schaltungsformen der Elektrotechniker verfügt, eine Mannigfaltigkeit, von der er in Rücksicht auf die Art der Aufgabe, die er mit seinen Maschinen zu erfüllen hat, Gebrauch macht.

Wir leisten in unserer Glühlampe eine gewisse Arbeit, welche nach dem Gesetz der Erhaltung der Arbeit irgendwo herstammen muss, woher aber? Es ist die gleiche Arbeit, welche die Hand bezw. im technischen Betrieb der Motor zu leisten hat, um den betreffenden Anker in Drehung zu erhalten. Darum ist eine grössere Arbeit aufzuwenden, wenn die Maschine einen Strom liefert, als wenn sie leer läuft. Versuchen Sie die Maschine zu drehen, während das Lämpchen eingeschaltet ist und durch den von der Maschine gelieferten Strom glüht, so empfinden Sie eine grössere Anstrengung als im anderen Falle. Dass eine Arbeit aufgewendet werden muss, um den stromdurchflossenen Anker im verlangten Sinne zu drehen, hat seinen Grund darin, dass der Anker bei Stromdurchgang zum Elektromagneten wird und sich derjenigen Drehung, welche ihm ertheilt werden muss, um einen Strom zu erhalten, widersetzt. Von der Richtigkeit dieser Auffassung können wir uns am einfachsten überzeugen, wenn wir den Anker zwar nicht drehen, wohl aber ihm und gleichzeitig den Schenkeln den betreffenden Strom zuführen. Dann muss sich, wenn die gemachten Anschauungen richtig sind, der betreffende Anker auf Grund der auftretenden magnetischen Kräfte in Bewegung setzen. Leiten wir in unsere kleine Dynamomaschine den Strom einer anderen ein, so sehen Sie in der That den Anker in Rotation gerathen. Aendere ich die Stromstärke, — was Sie an dem eingeschalteten Ampèremeter erkennen können — so beeinflusse ich damit die Geschwindigkeit der Umdrehung. Wir haben hier einen „Elektromotor" vor uns, der heutzutage wegen seiner Einfachheit besonders für das Kleingewerbe empfohlen wird. Ein Elektromotor von dieser Grösse ist ohne Weiteres an jeder Stelle, wo sich eine Glühlampe befindet, anbringbar. Sie sehen, das Einstecken eines Stöpsels genügt, um ihn in Gang zu setzen.

Somit haben wir gesehen, dass auch die magnetischen Wirkungen, als Wirkungen, welche von der Richtung des Stromes abhängig waren, einer Umkehr fähig sind. Denn dass wir es bei der Dynamomaschine mit magnetischen Vorgängen zu thun haben, wird Ihnen um so klarer hervortreten, wenn ich hervorhebe, dass man nicht aus principiellen physikalischen, sondern aus technischen Gründen, um nämlich die Wirksamkeit der betreffenden Maschine zu erhöhen, alle Spulen des Ankers mit einem gemeinsamen, nach bestimmten physikalischen Gesichtspunkten hergestellten Eisenkern versieht.

V.

Wechselstrommaschine. Glühlicht, Bogenlicht, Transformator.

Von der Gleichstrommaschine zu den Wechselstrommaschinen übergehend, erinnern wir uns, dass, während der Gleichstrom in seiner Wirkung durch Richtung und Stärke eindeutig bestimmt war, von diesen Elementen beim Wechselstrom dasjenige der dauernden Richtung fortfiel. Denn wir verstanden eben unter einem Wechselstrom einen solchen Strom, welcher nicht einer bestimmten Richtung treu blieb, sondern der diese in verhältnissmässig kleinen Zeiträumen periodisch wechselte. Es floss in einem bestimmten Augenblicke der Strom von der linken Anschlussklemme zur rechten; nach einer hundertstel Secunde jedoch hatte der Strom seine Richtung geändert und floss nun umgekehrt von der rechten zur linken Anschlussklemme. Die Dauer der Perioden, in denen sich dieser Uebergang vollzieht, wird für einen bestimmten Wechselstrom in ähnlicher Weise charakteristisch sein, wie die Richtung für einen Gleichstrom massgebend war. Der Wechsel zwischen der einen Richtung und der anderen vollzieht sich aber nicht plötzlich, so dass etwa zu einer bestimmten Zeit der Wechselstrom eine gewisse Stromstärke besässe und sofort darauf eine Stromstärke gleichen Betrages, aber entgegengesetzter Richtung hätte. Wenn der Strom von der einen Richtung zur anderen übergeht, so vollzieht sich dieser Uebergang vielmehr in stetiger Weise. Die Stromstärke nimmt allmählig ab, erreicht den Werth Null und geht nunmehr in eine Stromstärke von entgegengesetzter Richtung über, um als solche wieder zu einem gewissen maximalen Werth anzuwachsen, wieder zum Werth Null abzunehmen und so fort. Was ich jetzt langwierig beschreibe ist der Vorgang, welcher sich bei dem Wechselstrom, wie er zur Beleuchtung benutzt wird, in einer hundertstel Sekunde vollzieht. Dieser Uebergang kann nun in verschiedener Weise stattfinden und wir haben somit in der Art und Weise, wie sich derselbe vollzieht, ein weiteres Characteristikum für einen bestimmten Wechselstrom. Gleichzeitig bemerken wir, dass der Begriff einer Stromstärke in Bezug auf einen Wechselstrom nicht so einfacher Art ist, als bei Gleichstrom. Ein Gleichstrom, welcher z. B. eine Glühlampe durchfliesst, besitzt während der ganzen Zeitdauer des Brennens stets ein und dieselbe Stärke, ebenso wie ein Hochplateau an allen Stellen die gleiche Erhebung über dem Meeresspiegel zeigt. Ein Wechselstrom dagegen besitzt zwar in einem bestimmten Moment eine bestimmte Stärke, diese Stärke ist aber von Moment zu Moment verschieden, je nachdem der Strom im Begriff steht, seine Richtung zu wechseln oder dieselbe noch geraume Zeit zu behalten. Die momentane Stärke eines Wechselstromes ist somit etwas von Moment zu Moment wechselndes, in ähnlicher Weise wie

die Höhe eines Gebirges von Stelle zu Stelle. Wir können von einer mittleren Höhe eines Gebirges sprechen und in ähnlicher Weise messen wir die „mittlere Stärke" eines Wechselstroms.

Wenn wir künftig hier bei einem Wechselstrom von der Stärke von 10 Ampère sprechen, kann das daher nicht besagen, dass der betreffende Strom in jedem Moment genau dieselbe Stärke von 10 Ampère besitze; es kommen vielmehr Momente vor, wo die Stromstärke 0, 5, 10, 15 Ampère beträgt. 10 Ampère soll nur der Betrag der mittleren Stromstärke sein. In der That ist es auch diese mittlere Stromstärke, welche dann unsere Messinstrumente anzeigen, da sie nicht Zeit haben, den momentanen Pulsationen des Wechselstromes zu folgen.

Wir wollen jetzt zur Erzeugung von Wechselstrom unter Benutzung der Beziehungen zwischen Veränderungen in magnetischen Verhältnissen und Auftreten elektromotorischer Kraft übergehen. In ähnlicher Weise wie bei Betrachtung der entsprechenden Erzeugung von Gleichstrom benutzen wir eine Drahtspule, welche einen Eisenkern enthält und deren beide Enden A und B mit einem Galvanometer verbunden sind. Drei Hufeisenmagneten sind so im Kreise angeordnet, dass abwechselnd Nord- und Südpol einander folgen. Ich nähere die Spule dem Nordpol und Sie sehen einen Ausschlag des Galvanometers nach links eintreten. Durch Nähern an den Nordpol änderten sich die magnetischen Verhältnisse im Innern der Spule, so dass eine elektromotorische Kraft in ihr entstand, bestrebt, einen Strom von A durch das Galvanometer über B zurück hervorzurufen, den wir an seiner Wirkung — Ausschlag nach links — erkannten. Bewegt sich jetzt die Spule vom Nordpol weg auf den Südpol zu, so tritt die Aenderung des Magnetismus in ihrem Hohlraum in entgegengesetztem Sinne auf als vorhin. Die gelieferte elektromotorische Kraft, und damit der entstehende Strom, sind darum entgegengesetzt gerichtet: das Galvanometer schlägt nach rechts aus. Fahre ich in der kreisförmigen Bewegung der Spule fort, so beobachten Sie Ausschläge des Galvanometers nach rechts oder links, je nachdem die Bewegung von einem Nord- auf einen Südpol oder umgekehrt gerichtet ist. Drehe ich schneller und schneller, so sehen Sie die Galvanometer-Ausschläge dementsprechend schneller wechseln. Und jetzt erfolgt der Wechsel so schnell, dass das Galvanometer den rasch in entgegengesetztem Sinne erfolgenden Antrieben nicht mehr zu folgen vermag: es bleibt in Ruhe. Bewegt sich die Spule in einer Sekunde zweimal über die sechs Pole hinweg, so bekommen wir, da dem Vorbeigang an einem Pol immer ein Wechsel in der Stromrichtung entspricht, einen Wechselstrom von 12 „Wechseln" in der Sekunde oder 720 in der Minute. Bedenken wir, dass über diesen sechs Magnetpolen sich zur Zeit nur eine einzige Spule bewegt, so erscheint die ganze Vorrichtung etwas mangelhaft, insofern von sechs vorhandenen Polen in jedem Moment immer nur ein einziger ausgenutzt wird. Es

unterliegt keinem Zweifel, dass es möglich ist, über drei gleichnamige Pole gleichzeitig Spulen sich so hinweg bewegen zu lassen, dass sich deren einzelne Wirkungen summiren. Lassen wir ebenso über die anderen Pole Spulen sich bewegen, dann werden in diesen jederzeit elektromotorische Kräfte von entgegengesetzter Richtung erzeugt werden als in den ersten. Durch geeignete Schaltung können auch hier wieder alle zu gemeinsamer Thätigkeit geeint werden, wenn dafür gesorgt ist, dass die ungeraden Spulen entgegengesetzt geschaltet sind als die geraden. Bezeichnen A und B entsprechende Enden der einzelnen Spulen, so hätte der Stromkreis die Spule 1 im Sinne AB, Spule 2 im Sinne BA, Spule 3 im Sinne AB, Spule 4 im Sinne BA, Spule 5 im Sinne AB, Spule 6 im Sinne BA zu durchlaufen und zwischen die Enden A der ersten, B der letzten Spule wäre der äussere Stromkreis, z. B. eine Beleuchtungsanlage, einzuschalten. Um bei der wirklich ausgeführten Maschine diese Verbindung dauernd herzustellen, führt man jedes dieser beiden Enden nach einem isolirt auf der Achse der Maschine liegenden Ringe und lässt auf diesen wiederum Metallbürsten schleifen, welche mit der Verbrauchsstelle in Verbindung stehen. Man pflegt jedoch meist die Anordnung umgekehrt so zu treffen, dass die Ankerspulen der Maschine still stehen, die Magnetpole sich an ihnen vorbeibewegen. So besitzt die Wechselstrom-Maschine des Institutes sechs feststehende Spulen und einen sich drehenden sechspoligen Magnetstern. Derselbe besteht allerdings nicht aus Stahlmagneten, sondern Elektromagneten. Da wir den Wechselstrom nicht zur Erregung dieser Magnete benutzen können, weil die Elektromagneten fortwährend ihre Polarität ändern würden, bedienen wir uns hierfür einer Gleichstrom-Maschine. Die Stromzuführung zu den rotirenden Feldmagneten erfolgt in der vorher für die Stromabnahme geschilderten Weise mittelst Bürsten und Schleifringen. Macht der sechspolige Magnetstern in einer Minute 1000 Umdrehungen, so erhalten wir einen Wechselstrom von 6000 Wechseln in der Minute oder 100 Wechsel in der Sekunde.

Die Regulirung der Wechselstrom-Maschine vollzieht sich in gleicher Weise wie die der Gleichstrom-Maschine: der Maschinist hat es auch hier in der Gewalt, durch die verschiedene Wahl des magnetisirenden Stromes Stromstärken, Spannungen verschiedenen Betrages hervorzubringen und so die Leistung der Maschine den Anforderungen des Betriebes anzupassen.

Gehen wir, jetzt mit der Erzeugung von Gleichstrom und Wechselstrom auf maschinellem Wege bekannt, zu einer Betrachtung der Wirkungen der Stromarten über, so können wir von vornherein darauf rechnen, diejenigen Wirkungen, welche von der Stromrichtung durchaus unabhängig waren, z. B. die Wärmewirkungen, unverändert, d. h. wie bei Gleichstrom, zu finden. Die Wärmewirkung des Stromes findet in der Glühlichtbeleuchtung eine ausgedehnte Verwendung. Wir können

somit eine Glühlichtbeleuchtung gerade so gut durch Wechsel- als durch Gleichstrom hervorbringen. Während unser Hörsaal im Allgemeinen mit Gleichstrom beleuchtet wird, findet die Beleuchtung am heutigen Abend mit Wechselstrom statt; ich glaube nicht, dass Ihnen irgend ein Unterschied gegen sonst aufgefallen ist oder Ihnen ein solcher auffallen wird, wenn ich jetzt dem Maschinisten Auftrag gebe, auf Gleichstrom umzuschalten. Die Glühlampe selbst besteht aus einem ausserordentlich dünnen Kohlenfaden, welcher durch den elektrischen Strom in lebhaftes Glühen versetzt wird. An den vor Ihnen liegenden Fäden können Sie sich von der

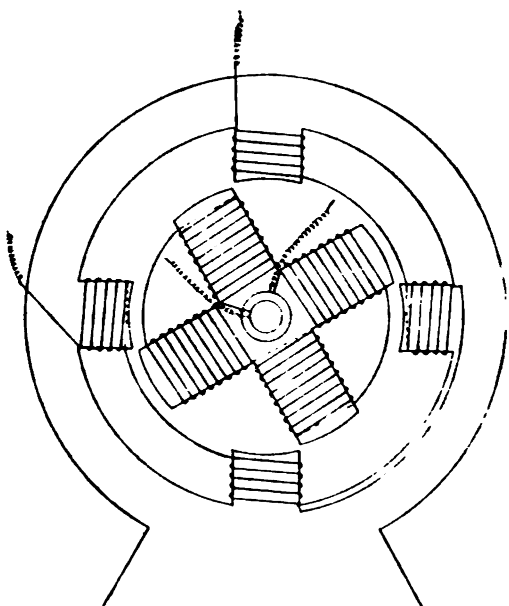


Fig. 5.

ausserordentlichen Elastizität des Materiales überzeugen, während die hier zusammengestellte Collection eine Geschichte der einzelnen Lampe enthält. Sie sehen einerseits die Pflanzenfaser, durch deren Verkohlung die spezielle Fabrik ihre Fäden gewinnt, das Glasrohr, das der geschickte Glasbläser in die Birne verarbeitet, die verschiedenen Formen, die es hierbei durchläuft und schliesslich die fertige Lampe. Die den Kohlenfaden einschliessende Glasbirne ist luftleer, anderenfalls würde erstens die Luft kühlend auf den Faden wirken und denselben bei gleichem Strom nicht eine so hohe Temperatur annehmen lassen, zweitens aber würde, wenn die Birne mit Luft erfüllt wäre, der Kohlenfaden in dem Sauerstoff der Luft verbrennen. Gerade in dem Umstande, dass der Kohlenfaden an der atmosphärischen Luft verbrennt, ist die ausserordentliche

Feuersicherheit dieser Lampe begründet. Man fürchtet häufig, dass das Glas zerbrechen und der dann freiliegende Glühfaden Brand erzeugen könnte, aber Sie sehen, dass in dem Augenblick, als ich den Ballon zerschmettere, der Faden erlischt.

Ist das Glühlicht durch Gleich- oder Wechselstrom gleichwerthig, so ergeben sich für das Bogenlicht bemerkenswerthe Unterschiede, die bei einer Besprechung der verschiedenen Wirkungsweise von Gleich- und Wechselstrom nicht ausser Acht gelassen werden dürfen. Wir wollen diese Verhältnisse durch den Augenschein kennen lernen. Von zwei Kohlenstäben, die sich in ihrer Verlängerung gegenüberstehen, ist zunächst jeder mit einem Pol einer Gleichstromquelle verbunden. Nähere ich sie bis zur Berührung, sodass dadurch der Stromkreis geschlossen wird und entferne sie dann um ein Geringes, so kommt die unter dem Namen des elektrischen „Lichtbogens" bekannte Erscheinung zu Stande. Flüchtige Kohletheilchen bieten zwischen den glühenden Enden der Kohlen dem Strom eine Brücke dar. Durch eine Linse erzeuge ich an der Wand ein Bild der Erscheinung. Das leuchtende Element daran ist, wie Sie bemerken, nicht der eigentliche bläuliche Lichtbogen zwischen den Kohlen, wovon die Erscheinung ihren Namen hat, sondern es sind die glühenden Kohlentheile. Die von beiden Enden ausgesandte Lichtmenge ist nun keineswegs für beide Pole gleich, sondern es zeigt sich, dass z. B. in unserem Falle der obere besonders hell erglüht. Gleichzeitig bemerken wir, dass die Kohlenspitzen verschiedene Gestalt annehmen, dass sich die untere zuspitzt, die obere abstumpft. Die obere ist nun diejenige, welche an dem positiven Pole der Batterie angeschlossen ist, und wir sehen daraus, dass die Erscheinung in ihrer Art von der Stromrichtung abhängt. Die positive Kohlenspitze höhlt sich aus, die negative Kohlenspitze spitzt sich zu, ein Vorgang, dem man durch passende Wahl des Kohlenmaterials zu Hülfe kommt, indem man als positive eine sogenannte Dochtkohle verwendet, die eine Seele aus einem weicheren Material enthält. Gleichzeitig strahlt die sich aushöhlende Kohle als die positive die grössere Helligkeit aus. Man setzt darum diejenige Kohle, die sich aushöhlt und so gewissermassen einen längs seiner Fläche leuchtenden Reflector bildet, nach oben und erhält dadurch bei der Gleichstrom-Bogenlampe eine solche Lichtvertheilung, dass die grösste Menge des Lichts nach unten fällt. So sehen Sie die hier aufgehängte Bogenlampe zur Zeit die Hauptmenge des Lichts auf den Tisch werfen. Vertauschen wir die Pole, so erglüht die untere Kohle stärker, stumpft sich ab, die obere spitzt sich zu, wir erhalten eine Lichtvertheilung von entgegengesetztem Sinne, die Hauptmenge des erzeugten Lichtes fällt nach der Decke. Wiederholen wir den Versuch, jedoch unter Verwendung von Wechselstrom, so wird keine von beiden Kohlen der anderen gegenüber eine hervortretende Rolle spielen, es wird die eine sich in genau gleicher

Weise wie die andere verändern. Das projicirte Bild des Lichtbogens zeigt dementsprechend keine Verschiedenheit der Pole. Das Licht der Wechselstrombogenlampe weist nicht mehr die vorher beobachtete einseitige Lichtvertheilung auf, die den Hapttheil des Lichtes in der üblichen Weise auf die zu beleuchtende Fläche zu werfen gestattet, sondern zeigt eine mehr gleichmässige Lichtvertheilung, welche für gewisse Zwecke, z. B. öffentliche Platzbeleuchtung, der anderen gegenüber unterlegen ist.

Als eine weitere Wirkung des elektrischen Stroms hatten wir die chemische Wirkung kennen gelernt. Sie war in so ausgesprochener Weise von der Richtung des elektrischen Stromes abhängig, dass sie im Allgemeinen durch Wechselstrom nicht hervorgebracht werden kann. Denn ist in einem gewissen Moment der Strom gerade in bester Arbeit, so macht schon nach einer hundertstel Sekunde ein Strom von entgegengesetzter Richtung die hervorgebrachte Wirkung rückgängig. Die beiden sich ablösenden Stromrichtungen arbeiten sich entgegen und nur in dem einen Falle würde es möglich sein, durch einen Wechselstrom eine Zersetzung hervorzubringen, wenn die Körper mit so grosser Geschwindigkeit von dem Orte der Wirkung sich entfernten, dass der nächste Stromstoss dieselben nicht mehr erreichen und die Körper in den ursprünglichen Zustand zurückversetzen kann. In der That ist man auf diesem Wege — unter Anwendung verhältnissmässig grosser Stromstärken auf geringe Elektrodenflächen — im Stande, auch durch Wechselstrom elektrolytische Vorgänge hervorzubringen.

Schliesslich hatten wir die magnetische Wirkung kennen gelernt, wobei wir die Wirkung auf Dauermagnete und diejenige auf weiches Eisen getrennt zu betrachten hatten. Die Beeinflussung von Dauermagneten, z. B. einer Magnetnadel, ist von der Richtung des Stromes abhängig und kann daher durch Wechselstrom nicht hervorgebracht werden; denn leiten wir den Wechselstrom über eine Magnetnadel, so heben sich die rasch auf einander folgenden Impulse entgegengesetzter Richtung auf: die Nadel bleibt stehen, da sie nicht rasch genug zu folgen vermag, wie wir vorhin am Galvanometer zu sehen Gelegenheit hatten. Anders ist es mit den magnetischen Wirkungen auf einen weichen Eisenkern. Ich will in diese Spule einen Strom schicken und dafür zunächst einen Gleichstrom verwenden. Ein Eisenkern wird dann in die Spule eingezogen; ich unterbreche den Strom, der Eisenkern fällt heraus. Ich will nunmehr die Richtung des Stroms ändern. Ich vertausche die Anschlussstellen gegen einander und erhalte den Gleichstrom in entgegengesetzter Richtung. Der Eisenkern wird jetzt in gleicher Weise wie vorher eingezogen, wir haben somit in der Einziehung eines weichen Eisenkerns eine Wirkung, welche nicht wie die Ablenkung der Magnetnadel — wie die Wirkung auf Dauermagnete — von der Richtung des Stroms abhängig ist, welche sich vielmehr in gleicher Weise vollzieht, ob er von der einen oder anderen Richtung kommt. Mithin

dürfen wir erwarten, die Wirkung auch bei Wechselstrom in genau der gleichen Weise sich vollziehen zu sehen.

Ich schicke Wechselstrom durch die Spule, der Eisenkern wird in der That in gleicher Weise wie vorher eingezogen. Sobald ich aber den Eisenkern auf dem Tische aufstehen lasse, vernehmen Sie ein eigenthümliches Geräusch, denn von 100stel zu 100stel Sekunde wechselt der Strom seine Richtung, und dabei verschwindet er jedesmal für einen Moment völlig. Während dieses Zeittheils hat der Eisenkern Zeit, eine ganz geringe Wegstrecke zurückzufallen und auf dem Tische aufzustossen und versetzt auf diese Weise die Tischplatte in Schwingungen, die wir als Schall wahrnehmen. Geht also auch der Eisenkern, wenn er von einem Wechselstrom umkreist wird, in magnetischen Zustand über, so können wir doch an ihm keine bestimmte Polarität nachweisen, denn jeder Nachweis einer solchen erfordert eine gewisse Zeitdauer, nach Sekunden, aber — wie wir wissen — wechselt die Polarität in einer einzigen Sekunde ausserordentlich oft. Die so im Eisenkern auftretenden Schwankungen des Magnetismus erinnern uns an einen früheren Versuch, bei dem wir gerade mit solchen Schwankungen arbeiteten. Veränderten wir nämlich in geeigneter Weise den Magnetismus im Innern einer Spule, z. B. dadurch, dass wir einen Stahlmagneten einschoben, sie einem Magnetpole näherten oder von ihm entfernten, so trat in der Spule eine elektromotorische Kraft auf, die unter günstigen Umständen einen elektrischen Strom erzeugen konnte, aber nur solange als im Magnetismus des Eisenkernes eine Aenderung vor sich ging. Wenn wir uns nun vor Augen halten, dass ein Wechselstrom seiner Natur nach von Moment zu Moment seine augenblickliche Stärke, in bestimmten Perioden seine Richtung ändert, so leuchtet ein, dass in einem Wechselstrommagneten eine fortwährende Vibration des Magnetismus stattfindet, dass dieses Vibriren auch im Innern einer zweiten darauf befindlichen Spule statthaben wird und in ihr eine elektromotorische Kraft beziehungsweise bei Schluss einen Strom wachruft. Freilich wird dieser elektrische Strom in verschiedenen Momenten nach verschiedenen Richtungen verlaufen, je nachdem, ob gerade ein Anwachsen eines Nordmagnetismus oder Südmagnetismus stattfindet; denn die Verstärkung eines Nordpols im Innern der Spule ruft dieselbe Wirkung hervor, wie die Annäherung der Spule an einen solchen, die Verstärkung des Südpols, wie die Annäherung an einen Pol der letzteren Art, also die entgegengesetzt gerichtete Wirkung. Versuchen wir, uns durch den Versuch von der Richtigkeit unserer Folgerungen zu überzeugen.

Aus naheliegenden Gründen können wir den entstehenden Strom nicht durch das Galvanometer nachweisen, da wir ja einen Wechselstrom erhalten werden. Ich will mich daher eines Glühlämpchens bedienen, das mit der aufzusetzenden Spule verbunden ist, aber ausser aller Verbindung mit der Wechselstrommaschine steht.

Ich schalte ein und errege die den Eisenkern magnetisirende Wechselstromspule. Ueber den Eisenkern schiebe ich, ausser aller weiteren Verbindung mit der Magnetisirungs-Spule, die zweite Spule. Wir sehen, das Lämpchen beginnt allmählig zu glühen, um so heller, je weiter auf dem Kern sich die Spule befindet. In der zweiten, der „sekundären" Spule, ensteht ausser aller Verbindung mit der primären Spule ein Strom, hervorgebracht durch die elektromotorische Kraft, die darin auf Grund der Pulsationen des Magnetismus auftritt. Der Grösse nach hängt diese elektromotorische Kraft, wie wir uns

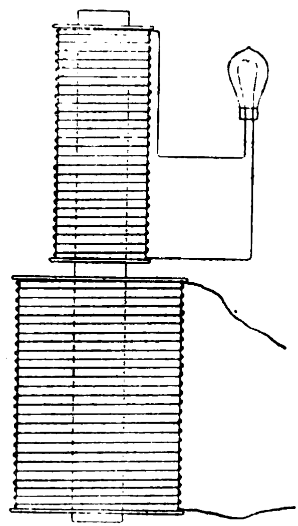


Fig. 6.

leicht überzeugen können, von der speziellen Wahl der hierzu verwendeten Mittel ab. Verwenden wir statt der bisherigen Sekundärspule eine andere, die sich von ihr durch die grössere Zahl ihrer Windungen unterscheidet, so sehen Sie bei deren Aufbringung auf den durch Wechselstrom erregten Elektromagnetkern das jetzt damit verbundene Glühlämpchen bei Weitem heller erstrahlen als bei dem ersten Versuch.

Aus diesen Versuchen ersehen wir erstens, dass wir im Stande sind, mit Hülfe einer solchen Vorrichtung einen Wechselstrom in einer zweiten Spule, die mit der ersten nichts als einen Eisenkern gemeinschaftlich hat, hervorzubringen, wenn die erste der beiden Spulen von einem Wechselstrom durchflossen wird. Zweitens, dass der Betrag an elektromotorischer Kraft, welcher in der sekundären Spule erzeugt wird, der Grösse nach von der Natur dieser Spule, insbesondere von deren Windungszahl abhängt. Durch Wahl einer geeigneten Spule

könnten wir die zu erhaltende Wirkung beliebig weit steigern. Wir sehen somit, dass wir hier eine Vorrichtung haben, um Wechselströme ausser der leitenden Verbindung mit der Wechselstromquelle umzusetzen und dass wir sie in beliebigen Verhältnissen umsetzen können, denn das Umsetzungsverhältniss war im zweiten Falle ein anderes als im ersten. Eine solche Vorrichtung nun, welche den Zweck hat, einen Wechselstrom in einen solchen anderer Art umzusetzen, und welche auf der Beeinflussung einer sekundären durch eine primäre Spule beruht, die einen Eisenkern mit ihr gemein hat, nennt man einen „Transformator".

Was Sie in den beiden Spulen vor sich sehen, ist das Modell eines Transformators, was das Experiment demonstrirte, die Wirkungsweise eines solchen. Daneben sehen Sie einen technisch ausgebildeten Transformator, dessen Form sich insofern von der des Versuchsmodelles unterscheidet, als der Eisenkern nicht aus einem geraden Stück besteht, sondern kreisförmig gestaltet ist. Im Inneren befindet sich der ringförmige Eisenkern, und um diesen sind zwei von einander durchaus unabhängige Windungen gewickelt. Eine derselben besteht aus einer geringen Zahl von Windungen, die zweite enthält deren eine ausserordentlich grosse Zahl. Die erste besteht aus starkem, die zweite aus schwächerem Draht. Gelangt in die starken Windungen, als primäre, ein Strom, von einer Wechselstromquelle von 100 Volt hervorgebracht, so kann man aus den dünnen Windungen, als sekundären, gleichfalls einen Strom erhalten, aber einen solchen, welcher sein Dasein einer anderen elektromotorischen Kraft verdankt, und zwar, bei den speziell gewählten Wicklungsverhältnissen, einer solchen von 900 Volt. Es gleicht dieser Transformator einem Hebel, mit dessen Hülfe mechanische Kräfte in dem durch die Construction des Hebels gegebenen Verhältnisse umgesetzt werden können. Würden wir aber statt in die wenigen — starken — Windungen als primäre einen Strom, welcher seinen Unterhalt einer Spannung von 100 Volt verdankt, in die vielen — dünndrähtigen — Windungen geleitet haben, so hätten wir aus den wenigen starken Windungen als sekundären eine elektromotorische Kraft von $\frac{100}{9}$ oder 11 Volt erhalten, eine Umkehrung wieder ähnlicher Art wie beim Hebel, der ja auch je nach Wahl des Angriffspunktes für Kraft und Last im einen oder anderen Sinne wirkend verwendet werden kann. Es wird Ihnen bekannt sein, dass der Transformator eine ausserordentlich wichtige Rolle bei der Aufgabe spielt, elektrische Energie über weite Strecken zu vertheilen, worauf näher einzugehen wir später Gelegenheit nehmen werden.

VI.

Elektrischer Effekt (Volt-Ampère, Watt). Vertheilungssysteme.

Wir haben uns einerseits mit den verschiedenen Wirkungen und Verwendungsarten der elektrischen Energie in Gestalt von Licht, Wärme, motorischer Arbeit und chemischer Energie beschäftigt und andererseits deren wichtigste Erzeugungsweisen kennen gelernt. Es erübrigt noch eine kurze Betrachtung derjenigen Gesichtspunkte, welche für die Vertheilung elektrischer Energie massgebend sind. Diese Gesichtspunkte sind um so wichtiger, als ein Hauptmoment zu Gunsten der elektrischen Energie gegenüber anderen Formen gerade in ihrer ausserordentlich erleichterten Vertheilbarkeit liegt. Ehe wir aber dieser Frage näher treten können, müssen wir uns darüber klar werden, wonach wir überhaupt eine elektrische Energie, einen elektrischen Effekt zu messen haben. Wir sind gewohnt, in der Stromstärke das Element zu erblicken, welches für den Grad der zu Stande kommenden Wirkung massgebend ist. Ich erinnere Sie, dass z. B. der Grad des Leuchtens einer gewissen Glühlampe dadurch bestimmt war, dass durch sie hindurch ein Strom von 0,8 Ampère floss, der dann durch sie zu Stande kam, wenn zwischen ihren Klemmen eine Spannung von 65 Volt bestand. Aber es würde falsch sein, zu schliessen, dass jede Glühlampe diese Eigenschaft hat. Sie sehen hier eine Lampensorte, bei der bereits ein Strom von 0,5 Ampère zur Erzielung einer Helligkeit von 16 Normalkerzen genügt. Schalten wir nun die erste Lampe zwischen zwei Stellen ein, zwischen denen eine Spannung von 65 Volt herrscht, so kommt durch sie ein Strom von 0,8 Ampère zu Stande, der sie normal leuchten lässt. Ich wiederhole den Versuch mit der zweiten Lampe, sie erglüht mit einer bei weitem geringeren Helligkeit: eine Spannung von 65 Volt genügt nicht, um sie mit der geringeren Stromstärke von 0,5 Ampère zu speisen. Will ich sie mit 16 Normalkerzen erglühen lassen, so muss ich zwischen ihren Enden eine Spannung von 104 Volt bestehen lassen, dann erst nimmt sich die Glühlampe eine Stromstärke von ungefähr 0,5 Ampère und bringt einen Lichteffekt von 16 Normalkerzen, d. h. einen Lichteffekt, welcher sechzehnmal so stark ist als derjenige einer bestimmten vereinbarten Kerzensorte, hervor. Die erste Lampe hatte die Eigenschaft, wenn zwischen ihren Enden eine Spannung von 65 Volt bestand, sich eine Stromstärke von 0,8 Ampère zu nehmen und dann gleichfalls mit einer Helligkeit von 16 Normalkerzen zu erglühen. Die eine Lampe begnügt sich bei Leistung des gleichen Lichteffektes mit einer g e r i n g e r e n S t r o m s t ä r k e, verlangt aber bei ihrem höheren Widerstand eine h ö h e r e S p a n n u n g zur Unterhaltung dieses Stromes. Wir entnehmen daraus, dass es in Bezug auf die Leistung weder allein auf den Betrag der Stromstärke noch allein auf den Betrag der Spannung ankommt. Es ist

vielmehr das Produkt aus beiden massgebend, in ähnlicher Weise wie für den Rauminhalt einer Fläche weder Länge noch Breite allein, sondern deren Produkt. 104 Volt bei 0,5 Ampère giebt 52 in einer Einheit, die man „Volt-Ampère“ zu nennen hätte, wofür auch in abgekürzter Weise der Ausdruck „Watt“, nach dem berühmten englischen Techniker, gebraucht wird. 65 Volt bei 0,8 Ampère giebt ebenfalls 52 Volt-Ampère. Sie sehen die gleiche Zahl in beiden Fällen. Wir können also 16 Normalkerzen bei einer Spannung von 104 Volt mit Hilfe eines Stromes von 0,5 Ampère oder bei einer Spannung von 65 Volt mit Hilfe eines Stromes von 0,8 Ampère hervorbringen. Maassgebend für die zu erzielende Leistung ist das Produkt aus Volt und Ampère. Handelt es sich um eine bestimmte Lampe, ein bestimmtes Objekt, so war der Grad des zu erzielenden Effektes ausschliesslich von der Stromstärke oder mit dieser von der Spannung abhängig, die zu deren Unterhalt erforderlich. Nehmen wir verschiedene Lampen, so werden wir im Allgemeinen finden, dass für jede Kerzenstärke, welche die Lampe ausstrahlt, der Aufwand eines elektrischen Effektes von ungefähr $^{52}/_{16}$, gleich $3^1/_4$ Volt-Ampère oder Watt nothwendig ist. Wir können uns von diesen Verhältnissen noch in anderer Weise Rechenschaft ablegen. Nehmen Sie an, wir wollen zwei gleiche Glühlampen erleuchten lassen, so lässt sich dies auf zwei verschiedene Weisen erreichen. Wir könnten zunächst durch die eine Glühlampe einen Strom von 0,8 Ampère durchschicken, eine zweite folgen lassen, durch diese wiederum den gleichen Strom schicken und von hier zurück zur Elektrizitätsquelle, welche dauernd die 0,8 Ampère liefert. Die erste Lampe gestattet aber diesem Strom den Durchgang auf Grund ihres Widerstands nur unter der Bedingung, dass der Strom ihr 65 Volt zur Verfügung stellt. Sie wird also 65 Volt vernichten. Die zweite Lampe verlangt für den Durchgang gleichfalls ihre 65 Volt, und sollen nun beide Lampen erglühen, so ist das nur dann möglich, wenn die Betriebsmaschine wirklich die verlangten 130 Volt liefert. Die Maschine hat dann 130 Volt bei 0,8 Ampère zu liefern, sie hat 104 Volt-Ampère zu leisten. Nun aber wissen wir doch von früher, jede dieser Lampen brennt richtig, wenn sie 65 Volt bekommt. Wir lassen also zwischen zwei Drähten eine Spannung von 65 Volt bestehen. Dazwischen wird die erste Lampe eingeschaltet, findet 65 Volt und nimmt sich ihre 0,8 Ampère. An dieselben Drähte wird die zweite Lampe angeschlossen, auch sie findet die 65 Volt, die sie verlangt und nimmt sich ihrerseits 0,8 Ampère. Aber jede der Lampen verlangt die ihr zustehenden 0,8 Ampère, die Maschine muss 1,6 Ampère bei 65 Volt leisten oder $65 \times 1,6$ gleich 104 Volt-Ampère. Sie sehen, der aufzuwendende elektrische Effekt ist in beiden Fällen der gleiche. Wenn nun die Aufgabe gestellt ist, über einen bestimmten Raum einen elektrischen Effekt zu versenden, z. B. nach der Krone des Hörsaales hinauf einen gegebenen

elektrischen Effekt zu senden, die 18 Lampen desselben mit elektrischer Energie zu versehen, so erinnern wir uns, dass jede einzelne von ihnen 52 Volt-Ampère braucht. Es werden also 18 × 52 oder 936 Volt-Ampère und zwar in Gestalt von 65 Volt × 14,4 Ampère gebraucht. Denn die verwandten Lampen brennen nur richtig bei 65 Volt. Wäre eine andere Lampensorte gewählt worden, welche bei 110 Volt richtig brennte, sich aber mit einer geringeren Stromstärke begnügte, so würde eine Stromstärke von 8,5 Ampère genügt haben, während in unserm Falle 14,4 Ampère nöthig sind.

In Bezug auf den Leuchteffect ist es vollständig gleichgültig, ob man bei entsprechender Lampensorte die Kronleuchter mit 65 Volt bei 14,4 Ampère, oder ob man 104 Volt bei 8,5 Ampère speist. Aber in Bezug auf den Transport ist es nicht gleichgültig, denn, wie wir früher gesehen haben, ist derjenige Betrag an Spannung, welcher als Zoll für den Hindurchgang eines Stromes durch irgend welchen Leiter — hier durch die Kupferdrähte, welche den Strom dem Kronleuchter zuführen — abzugeben ist, ausser von dem Widerstand des Weges lediglich von der Stromstärke abhängig. Darum ist ein um so geringerer Tribut zu zahlen, mit je geringerer Stromstärke man arbeitet, und wir verlieren in unserem Falle weniger, wenn wir mit 8,5 Ampère als wenn wir mit 14,4 Ampère arbeiten. Somit ersehen Sie die Nothwendigkeit für die Vertheilung elektrischen Effects mit hoher Spannung zu arbeiten, in gleicher Weise, wie das Entsprechende im allgemeinen für jedwede Art von Energieversorgung gilt. Denken Sie an die Versorgung eines ausgedehnten Gebietes mit Energie in Gestalt von Druckwasser, so wird ein Kubikmeter Wasser eine um so grössere Arbeit verrichten können, je stärker der Druck ist, unter welchem er zur Verwendung gelangt. So arbeitet die hydraulische Anlage auf dem hiesigen Hauptbahnhof mit Wasser unter einem Drucke von 70 Atmosphären. Würde mit einem Drucke von 35 Atmosphären gearbeitet werden, so würde man die doppelte Wassermenge nothwendig haben, um den gleichen Effect zu erzielen.

Erörtern wir wegen der Wichtigkeit des Problems dasselbe noch an einem anderen Beispiel. Sie wissen, dass man sich die Aufgabe gestellt hat, während der Zeitdauer der elektrischen Ausstellung von Lauffen am Neckar, aus einer Entfernung von 180 Kilometern, nach Frankfurt a. M. einen Effect, welcher der Leistung von 300 Pferdekräften gleichkommt, zu transportiren. Wenn wir annehmen, dass die in Lauffen aufgestellten Dynamomaschinen im Stande sind, für jede Pferdekraft ungefähr 650 Volt-Ampère zu liefern, so werden die Maschinen 650 · 300 Volt-Ampère liefern, d. h. wir können je nach Wahl der aufgestellten Maschinen 650 Volt bei 300 Ampère, oder 1300 Volt bei 150 Ampère, oder 2600 Volt bei 75 Ampère erhalten u. s. f. Wir wollen zunächst eine Spannung von 650 Volt bei 300 Ampère wählen, und es solle dieser elektrische Effect hierher übertragen

werden. Nun wissen wir, dass Draht den Strom nicht umsonst durchlässt; er verlangt einen Zoll an Spannung, und wir wollen dafür von vornherein 10% des Betrages zur Verfügung stellen. Wir dürfen also auf dem Wege 65 Volt verlieren und fragen uns, wie wir die Leitung zu wählen haben. Die Leitungslänge beträgt für Hin- und Rückweg 360 Kilometer. Der Elektrotechniker weiss, dass 1 Meter Kupferdraht von 1 qmm. Querschnitt einen Widerstand von $^1/_{60}$ Ohm besitzt, d. h. wenn durch ihn hindurch ein Strom von 1 Ampère geht, er sich mit $^1/_{60}$ Volt Spannungsabgabe begnügt. Für einen Strom von 300 Ampère verlangt auch der Draht die 300 fache Abgabe an Volt. Nun aber nehmen wir den Draht nicht von einem qmm, wir kennen seinen Querschnitt überhaupt noch nicht und nennen ihn x. Wenn der Draht stärker ist, so gestattet er der Elektrizität leichter den Durchgang und wir erhalten einen Verlust von $\frac{1}{60 \cdot x}$ Volt für jedes Ampère auf den Meter. Auf die 360 000 Meter erhielten wir daher bei einer Stromstärke von 300 Ampère einen Verlust von $\frac{300 \cdot 360\,000}{60 \cdot x}$ Volt. Damit dieser Betrag gleich 65 Volt werde, müssen wir $x = \frac{300 \cdot 360\,000}{60 \cdot 65}$ machen, d. h. den Querschnitt zu 27 700 qmm wählen, der Leitung einen Durchmesser von ungefähr $^1/_5$ Meter geben! Davon kann natürlich keine Rede sein und wir sehen, dass man die Energie in Gestalt von 650 Volt bei 300 Ampère über die gegebene Entfernung nicht transportiren könnte, sondern geringere Stromstärke und darum andererseits höhere Spannung zu wählen hätte. Ueberträgt man die Energie unter 32 500 Volt, so kommt man mit einer Stromstärke von nur 6 Ampère aus, da 6 Ampère bei 32 500 Volt gerade so viel werth sind, wie 300 Ampère bei 650 Volt. Bei einer Stromstärke von 6 Ampère muss man für ihren Transport über den gleichen Weg nur den fünfzigsten Theil des Zolles zahlen, als bei der vorher gewählten Stromstärke von 300 Ampère. Ferner hätten wir jetzt eine Spannung von 32 500 Volt zur Verfügung und könnten als 10% des Betrages 3250 Volt hingeben. Das Resultat ist, dass wir mit einem Drahte auskommen würden, dessen Durchmesser etwa 4 mm betrüge, ein schlagendes Beispiel für den wichtigen Grundsatz, sich für Vertheilung elektrischer Energie ihrer in Form hoher Spannung und dementsprechend geringerer Stromstärke zu bedienen.

Es handelt sich jedoch nicht darum, die elektrische Energie nur zu transportiren, wir wollen sie vor Allem auch benutzen, und es fragt sich, könnten wir das mit elektrischer Energie, welche uns unter 32 500 Volt zugeführt wird, ebenso bequem wie unter anderen Verhältnissen. Die Antwort wird von vornherein ein unbedingtes Nein sein. Denn in ähnlicher Weise, wie ja auch bei den zum Vergleich herangezogenen Druckkräften die Schwierigkeit, diese Kräfte auf

denjenigen Wirkungskreis zu concentriren, welcher ihnen angewiesen ist, mit der Höhe des Druckes wächst, — wie es schwieriger ist, ein Rohr gegen 70 Atmosphären als gegen 5 Atmosphären zu dichten — so geht es in gleicher Weise bei der Elektricität mit der Schwierigkeit der Isolation. Wie die hohen Druckverhältnisse auf mechanischem Wege in vielen Fällen mit Gefahr für die Person, welche mit den betreffenden Apparaten zu thun hat, verbunden sind, ist dies in ähnlicher Weise bei der Elektricität der Fall. Es unterliegt keinem Zweifel, dass eine Spannung von Tausenden von Volt, zwischen Stellen des menschlichen Körpers bestehend, durch diesen einen Strom zu Stande kommen lassen würde, welcher tödtlich wäre. Es verbietet sich daher, derartig hohe Spannungen zwischen Stellen bestehen zu lassen, welche Personen leicht zugänglich sind. Aber auch weiterhin böte die Verwendung so hoher Spannungen Schwierigkeiten in Bezug auf die Construction der Apparate, welche mit ausserordentlich geringen Stromstärken arbeiten müssten, ganz abgesehen davon, dass es in vielen Fällen — denken Sie an Glühlampen — gar nicht möglich wäre, einen Apparat zu construiren, mit welchem man zu arbeiten im Stande wäre. Somit ergiebt sich die Forderung, an den Verbrauchsstellen mit niedriger, an den Vertheilungsstellen mit hoher Spannung zu arbeiten, und wir bedürfen eines Apparates, welcher die Aufgabe löst, die hohe Spannung des Vertheilungsnetzes auf die niedere Spannung des Verbrauchsnetzes zu reduciren. Diese Aufgabe ist es, welche der Transformator löst, dessen Wirkungsweise wir im letzten Vortrage verstehen lernten. Zur experimentellen Veranschaulichung der entwickelten Gesichtspunkte entnehmen wir der Maschine Wechselstrom unter 110 Volt Spannung und führen ihn von den Anschlussklemmen des Experimentirtisches nach den dünndrähtigen Windungen des Transformators, in denen dann ein Strom, unterhalten durch jene 110 Volt, fliesst. Infolgedessen unterliegt, wie früher besprochen, der Eisenkern des Transformators wechselnder Magnetisirung und inducirt dadurch in den sekundären, starkdrahtigen Windungen eine elektromotorische Kraft, deren Betrag gemäss Bauart und Verwendungsweise des Transformators, wie uns ein an die sekundären Klemmen angeschlossenes Voltmeter verräth, 12 Volt beträgt. Von diesen Klemmen führt eine kurze, starke Leitung nach einer Lichtstation im Kleinen dargestellt durch diese Glühlampe, welche Sie im Momente der Einschaltung hell erglühen sehen. Ein eingeschaltetes Ampèremeter aber besagt, dass im sekundären Netz eine Stromstärke von 2 Ampère herrscht, während im primären nur eine solche von 0,22 Ampère fliesst. Zur bessern Veranschaulichung des besprochenen Einflusses der Verschiedenheit der Stromstärke auf den Betrag des sich durch den Widerstand der Leitung ergebenden Spannungsverlustes wähle ich bei der experimentellen Durchführung die Verhältnisse übertrieben.

Sollte die hier verwandte Elektricitätsquelle die Maschinenstation einer Centrale, das Lämpchen die Verbrauchsstellen andeuten, so will ich zwischen beide — in den Verbrauchsstromkreis — einen Widerstand einfügen, der den Einfluss der Verbindungsleitungen zeigen soll. Sie sehen jetzt ein ärmliches Erglühen der Lampe eintreten. Der Widerstand der Leitung verlangt seinen Zoll, infolgedessen sinkt der für die Lampe verfügbare Betrag, damit die Stromstärke, die Lampe brennt dunkler. Das zu umgehen, müsste von vornherein ein entsprechend höherer Spannungsbetrag hinzugegeben werden, und zwar verschieden je nach der entnommenen Stromstärke. Nun wollen wir eine andere Zuführungsweise wählen, nämlich unter hoher Spannung (110 Volt) zuführen, erst an der Verbrauchsstelle auf niedere Spannung (12 Volt) transformiren, dann brauchen wir für die gleiche Energie nur eine Stärke von 0,22 Ampère und ich habe statt 2 Ampère nur diese geringe Stromstärke zu transportiren, aber ich habe die hohe Spannung von 110 Volt (die die 2000 Volt bei der nach diesem Systeme gebauten Centrale vertreten). Diese hohe Spannung kann ich für die benutzte Lampe nicht gebrauchen, darum stelle ich in der Nähe der Verbrauchsstelle den Transformator auf und dieser Transformator verwandelt mir den schwachen Strom von 0,22 Ampère unter einer Spannung von 110 Volt in einen Strom von 2 Ampère unter 12 Volt. Zur Darstellung unterbreche ich die Verbindung mit der Haupt-Centrale (der Maschine im Keller) und schalte in den Weg nach dem Transformator, also in den primären Stromkreis, in welchem der elektrische Effekt hohe Spannung, aber geringe Stromstärke hat, denselben Widerstand ein, der vorher so böse Folgen hatte, dass er unserem Lämpchen ein regelrechtes Erglühen nicht gestattete. Jetzt schicke ich durch den gleichen Widerstand nicht den starken Strom der Verbrauchsleitung, sondern den verhältnissmässig schwachen Strom der Zuleitung. Ich schalte ein, die Lampe erglüht ungeschwächt. Ich kann den Widerstand verdoppeln, vervierfachen, ohne dass Sie irgend welchen bemerkbaren Unterschied wahrnehmen. Sie erkennen somit, dass wir bei diesem System im Stande sind, Zuführungen höheren Widerstandes zu benutzen und uns darum weiter von der Centrale zu entfernen. Wir sind so im Stande, die elektrische Energie über Gebiete zu vertheilen, die wir mit dem anderen System nicht zu versorgen vermögen.

Für die weitere Vertheilung könnten wir uns zweierlei Schaltung bedienen, der „Hintereinanderschaltung“ oder der bei uns üblicheren „Parallelschaltung“. Zur Vorführung einer solchen sind, wie Sie sehen, zwei blanke Drähte gezogen und sorgt die Maschine jederzeit dafür, dass zwischen diesen beiden Leitungen fortdauernd eine Spannung von 110 Volt besteht. Ich kann eine Glühlampe nach der anderen dazwischen schalten und sie dadurch zum Glühen bringen, ohne dass eine von der anderen irgendwie

beeinflusst würde. Es ist ja dafür gesorgt, dass dauernd die Spannung von 110 Volt besteht, dann nimmt sich jeder Weg, z. B. jede Glühlampe, denjenigen Strom, der ihm bei einer solchen auf Grund seines Widerstandes zukommt. Wenn ich nun jetzt die beiden Drähte durch einen Weg von sehr geringem Widerstande überbrücken wollte, z. B. durch diesen Kupferdraht, der einen Widerstand von 100stel von Ohm besitzt, so würde ich einen Strom von ausserordentlicher Stärke erhalten und dieser Strom könnte in der Praxis durch die bedeutende Erwärmung der Drähte im Innern bewohnter Räume gefährlich werden; es könnte benachbartes Holz in Brand gerathen. Wir bedürfen einer Vorrichtung, derartige Vorgänge unmöglich zu machen. Zu diesem Zwecke befindet sich in jeder Leitung ein leicht schmelzbarer Metallstreifen, welcher sich bei Durchgang des Stromes stärker erwärmt als diejenigen Theile, welche wir schützen wollen, und es ist z. B. diese Vorrichtung hier so bemessen, dass sie nur einen Stromdurchgang von etwa 10 Ampère gestattet. Steigt nämlich infolge irgend welcher Uncorrectheit der Strom über dieses Maass, so erwärmt sich diese Vorrichtung derart, dass sie schmilzt und den Stromkreis unterbricht. Ich überbrücke die Drähte durch den blanken Draht, bewirke einen „Kurzschluss“, sofort schmilzt die „Sicherung“ durch, unterbricht den Stromkreis und jeder gefahrdrohenden Erwärmung ist die Möglichkeit abgeschnitten.

Wir haben in der ausgeführten Schaltung ein sogenanntes Zweileiter-System. Ein solches arbeitet mit derjenigen Spannung zwischen den einzelnen Theilen, welche die betreffende Verbrauchsstelle bedarf. Man ist in neuerer Zeit häufig zu Vertheilungsnetzen anderer Art übergegangen. Eine Dynamomaschine der Station liefert eine Spannung von 110 Volt, jede einzelne Lampe nimmt sich die ihr zukommende Stromstärke; es fliesst der entsprechende Strom im einen Leitungsstrang A von der Station nach dem Verbrauchspunkt, im anderen B vom Verbrauchspunkt nach der Station zurück. Daneben wird eine zweite Dynamomaschine aufgestellt, von der wiederum ein Strom durch ein Kabel C aus der „Centrale“ nach der „Stadt“ und durch D nach der Centrale zurückfliesst. Wenn nun in einem Netz ebensoviel Lampen brennen, als im anderen, so muss im Kabel C gerade soviel Elektricität nach der Stadt geführt werden, als in dem daneben liegenden Kabel B zurückfliesst. Sollte man da nicht eine Vereinfachung eintreten lassen und den complicirten Hin- und Hertransport sparen können? In der That ist dies möglich. Verbindet man die beiden „Mittelleiter“ B und C und wählt statt dieser beiden Kabel ein einziges, so braucht auf dem Mittelwege weder Elektricität nach der Stadt, noch Elektricität aus der Stadt zu fliessen, wir sparen den Transport und dadurch an Spannung. Wir kommen entweder mit dem halben Spannungsabfall oder wir kommen mit einem schwächeren Kabel aus. Nach dieser Darstellung könnte der Mittelleiter als stromlos überhaupt in Wegfall kommen. Aber es ist zu bedenken, dass in Wirklichkeit die beiden

Netze nie vollkommen gleich belastet sein werden und es fällt dann dem Mittelleiter die Aufgabe zu, den Unterschied der Belastungen an Strom zu führen.

Was ich hier skizzirt habe, ist das Princip, welches bei dem „Dreileitersystem" verwendet wird. Worin ist es prinzipiell begründet, dass wir mit geringem Spannungsabfall oder geringem Kabel auskommen? Wir erkennen, dass wir es hier im Vertheilungsnetz mit Verwendung einer erhöhten Spannung zu thun haben, denn zwischen den Kabeln A und B, beziehungsweise C und D bestehen Spannungen von 110 Volt, mithin zwischen den beiden äussersten Stellen A und D eine solche von 220 Volt, aber in die einzelne Lampe, in die einzelne Verbrauchsstelle gelangt nur eine Spannung des einfachen Betrags, eine nutzbringende Verwendung findet nur der Betrag von 110 Volt. Um Ihnen dieses Prinzip im kleinen zu verauschaulichen, habe ich zwei Akkumulatoren und zwei Lämpchen aufgestellt. Jeder könnte sein Lämpchen mit voller Helligkeit erstrahlen lassen. Aber um einen merkbaren Spannungsverlust darin zu erzielen, habe ich die Zuleitungen etwas lang genommen und darum sehen Sie die Lämpchen nur halbhell erglühen. Ich verbinde die positive Klemme des einen mit der negativen des anderen, lasse die Mittelleiter zusammen fallen — verwandle die beiden selbständigen Zweileitersysteme in ein Dreileitersystem — und beide Lampen leuchten hell.

Konnten auch die Verhältnisse, welche für den Aufbau der Vertheilungssysteme maassgebend sind, hier nur gestreift werden, so wollte ich doch das Prinzip hervortreten lassen, dass es darauf ankommt, die Elektricität unter hoher Spannung zu vertheilen und sie dem Consumenten in Gestalt geringer Spannung, aber grosser Stromstärke zugänglich zu machen. Die hohe Bedeutung des Wechselstromes bei grossen Entfernungen liegt gerade in seiner Eignung zur Transformirung begründet, während er in Bezug auf Verwendung dem Gleichstrom in vieler Beziehung unterlegen ist.

Wir wollen hiermit unsere gemeinschaftlichen Betrachtungen schliessen. Dieselben können keineswegs den Anspruch erheben, erschöpfend zu sein; es fiel denselben lediglich die Aufgabe zu, dem regen Interesse, welches Sie von vornherein für das Gebiet entgegengebracht haben, Rechnung zu tragen, dieses Interesse, wenn möglich, zu befestigen und Sie zugleich mit einigem Material auszurüsten, Ihnen Gesichtspunkte prinzipieller Art zu eröffnen, welche Sie in den Stand setzen sollen, das Gebiet weiterhin zu verfolgen. Davon specielle Constructionen, specielle Gesichtspunkte zu entwickeln, konnte ich um so eher Abstand nehmen, als die bevorstehende Ausstellung Ihnen in reichem Maasse Gelegenheit geben wird, ihre Kenntnisse nach dieser Richtung hin zu erweitern.

Das alte und das neue Schiesspulver.

Zwei Vorträge von Dr. B. Lepsius.

I. Das Schwarzpulver.

Mehr als ein halbes Jahrtausend hat das alte Schiesspulver in fast unveränderter Gestalt seine Weltherrschaft behauptet; wenn es heute vom Kriegsschauplatze verschwindet, um einem neuen zu weichen, so bedeutet dies einen Wendepunkt, welcher das höchste Interesse, nicht nur des Soldaten, sondern ebenso sehr des Naturforschers, ja eines jeden Zeitgenossen in Anspruch nimmt. Es ziemt sich daher einen Blick zurück zu werfen auf die Geschichte dieser merkwürdigen Wandlung.

Kaum irgend eine andere Erfindung ist für die Kulturgeschichte des Menschengeschlechtes von einer solchen Bedeutung gewesen, wie die des Schwarzpulvers, aber fragen wir: „Wer hat das Pulver erfunden", so ist die Antwort darauf nicht so leicht zu geben. Viel leichter liesse sich die umgekehrte Frage beantworten: „Wer hat das Pulver nicht erfunden?" Mit Gewissheit können wir z. B. trotz mancher gegentheiligen Behauptung sagen, dass die Mönche des finsteren Mittelalters nicht das Pulver erfunden haben: weder der englische Dominikanermönch Roger Baco, der Doctor mirabilis des 13. Jahrhunderts, noch auch der angebliche Franziskanermönch Berthold, der Schwarze, von dem man nicht genau weiss, ob, wann und wo er gelebt hat, obwohl ihm in der Stadt Freiburg ein Denkmal errichtet worden ist. Auch die anderen Schwarzkünstler, denen man diese Erfindung hat zuschreiben wollen, dürfen sich dieses Ruhmes nicht erfreuen: weder Marcus Graecus, ein byzantinischer Grieche, der in dem vermuthlich nicht vor dem 12. Jahrhundert geschriebenen berühmten Buche *„liber ignium ad comburendos hostes"* die frühesten uns bekannten Mittheilungen über die Bereitung und den Gebrauch von Salpetermischungen macht, noch auch der unter dem Namen Albertus Magnus bekannte Verfasser des Buches *„de mirabilibus mundi"*, der die Mittheilungen

des Marcus Graecus aus jener lateinischen Uebersetzung fast wörtlich übernimmt. Beide sind alchemistische Schriftsteller, die über damals längst bekannte Thatsachen berichten, aber nicht über eigene Erfindungen.

Nicht als geharnischte Göttin entstieg das mächtige Agens dem Kopfe eines gottbegnadeten Erfinders; seine Entstehungsgeschichte gehört Jahrhunderten an. Seitdem Prometheus die Erdenbewohner gelehrt hat, das Holz zu entzünden, ist der älteste seiner Bestandtheile bekannt, die Kohle. Den anderen brennbaren Stoff hat schon der erfindungsreiche Odysseus benutzt, wie es scheint, als Desinfectionsmittel: „*Alte*“, so ruft er, „*nun hole mir Schwefel und Feuer, von schädlichen Dämpfen frei zu schwefeln den Saal*“, nachdem der letzte der prassenden Freier getödtet. Weit jünger ist unsre Bekanntschaft mit dem dritten im Bunde. Den Griechen und Römern war der Salpeter nicht bekannt. Wenn er auch an den Ufern des Ganges oder bei den Bewohnern des himmlischen Reiches schon lange bekannt sein mochte, wo er sich, von der Natur gebildet, als Auswitterung des trocknenden Bodens vorfindet, die abendländische Cultur erhielt erst durch die Vermittlung der arabischen Chemiker, wohl nicht vor dem 8. Jahrhunderte, Kenntniss von diesem die Verbrennung lebhaft unterstützenden Salze.

Es sind ohne Zweifel die Chinesen die ersten gewesen, die von der merkwürdigen Eigenschaft des Salpeters, mit leicht verbrennlichen Körpern, wie Kohle, Schwefel, Harz und Pech vermischt, bei der Entzündung lebhaft zu verpuffen, einen praktischen Gebrauch gemacht haben; dies geschah jedoch zunächst in sehr friedfertiger Weise. Mischungen von Salpeter, insbesondere mit Kohle und Schwefel, wurden von ihnen schon früh zu allerhand Feuerwerkskünsten benutzt, wofür die ostasiatischen Völkerschaften bis auf den heutigen Tag eine besondere Vorliebe bekundet haben. So erzählt uns Marco Polo in seiner berühmten Reisebeschreibung: „*Diese Leute sind Schwarzkünstler, und vermöge ihrer höllischen Kunst verrichten sie die ausserordentlichsten und trüglichsten Verzauberungen, die man je gesehen und gehört hat. Sie lassen Ungewitter aufsteigen mit zuckenden Blitzen und Donnerschlägen, und bringen viele andere wunderbare Dinge hervor.*“ Aus der Thatsache, dass hier Mischungen benutzt worden sind, die denen des späteren Schiesspulvers mehr oder weniger ähnlich sind, hat man vielfach schliessen wollen, dass die Chinesen das Pulver erfunden hätten. Dieser Schluss ist jedoch keineswegs gerechtfertigt. Dass sie ihre Feuerwerkskörper zum schiessen, d. h. zum Fortschleudern von Geschossen oder anderen Gegenständen verwendet hätten, dass sie die Triebkraft, die diesen Mischungen innewohnt, benutzt oder auch nur gekannt hätten, ist nicht anzunehmen. Die Reise Marco Polo's in der zweiten Hälfte des dreizehnten Jahrhunderts durch Asien hat 24 Jahre gedauert; würde diesem scharfen Beobachter und genauen Berichterstatter eine solche Anwendung, sei es zu kriegerischen, sei es zu friedlichen Zwecken, entgangen sein?.

Es ist nicht ohne Interesse, dass der Salpeter in den arabischen Handschriften jener Zeit häufig *Chinasalz* oder *Schnee von China* genannt wird, ein Zeichen, dass die Kenntniss davon allmählich von dort über Indien nach Westen vorgedrungen ist. Die erste sichre Nachricht über den Salpeter finden wir in den Schriften Geber's, die ungefähr bis in das 8. Jahrhundert zurückreichen dürften.

Dass die Erfahrungen, die man hier auf friedlichem Wege gemacht hatte, und welche in der Hand des Priesters und des Zauberers das Staunen und die Verwunderung der uneingeweihten Menge hervorriefen, bei den kriegerischen Byzantinern benutzt wurden, um dem Feinde Furcht und Schrecken einzuflössen, seine Schiffe, seine Belagerungsmaschinen in Brand zu stecken, ist nicht zu verwundern. Wenn man früher die Brandpfeile mit leicht brennbaren Harzen versehen, wenn man die feindlichen Fahrzeuge mit „Feuertöpfen“ voll brennenden Pechs und Schwefels beworfen hatte, so besass man in dem chinesischen Salze ein treffliches Mittel die Wirkung dieser Brandgeschosse ausserordentlich zu steigern. Schon die Heftigkeit, womit die Salpetermischungen verbrannten, wenn sie, die Luft durcheilend, den Feind erreichten, verursachte Furcht und Schrecken; auch verhinderte der dem brennbaren Körper zugemischte Salpeter, dass die brennende Masse bei dem starken Luftzuge des Wurfes ausgelöscht wurde; er steigert die Energie der Verbrennung, die sich schneller und sichrer den Holztheilen der feindlichen Wurfmaschinen und Schiffe mittheilte, und es war dem Gegner nicht leicht das entstandene Schadenfeuer zu löschen, weil die Zündmasse — eine höchst überraschende Eigenschaft — selbst unter Wasser zu brennen fortfuhr.

In der That ist heute nicht mehr daran zu zweifeln, dass das geheimnissvolle und gefürchtete *griechische Feuer* des Mittelalters, das zumal in den byzantinischen Kriegen und bis zum Ende der Kreuzzüge eine so hervorragende Rolle gespielt hat, nichts anderes gewesen ist, als diese Mischung von Kohle, Schwefel oder anderen leicht brennbaren Körpern mit Salpeter. Nach einer Ueberlieferung des griechischen Kaisers Konstantin des Purpurgebornen, aus dem 10. Jahrhundert, soll das *griechische Feuer* bereits Konstantin dem Grossen, also im 4. Jahrhundert, bekannt gewesen sein. Ausgiebigen Gebrauch davon machten die Byzantiner namentlich gegen die wiederholten Angriffe der arabischen Flotte auf Konstantinopel während des 7. und der darauffolgenden Jahrhunderte. Auch gegen die nördlichen Völkerschaften, gegen die Bulgaren und später gegen die Russen, denen Konstantinopel schon seit dem 10. Jahrhundert eine begehrenswerthe Beute ist, wird dieses vernichtende Angriffsmittel mit Erfolg verwendet. Während mehrerer Jahrhunderte gelingt es den Byzantinern, sich des vortheilhaften Alleinbesitzes dieses kostbaren Geheimnisses zu erfreuen. In irdenen oder eisernen Töpfen wurde es mit der Wurfmaschine brennend auf den Feind geworfen, an Pfeilen oder in lanzenartigen

kupfernen Röhren auf den Gegner geschleudert; an langen Stangen befestigte man das unauslöschliche Feuer, um von dem erhabenen Vordertheil des Schiffes das feindliche Fahrzeug in Brand zu stecken. Kein Wunder, dass das Geheimniss auf das Sorgsamste bewahrt wurde. Ein Engel, so sagte man, habe es dem Kaiser Konstantin überbracht, und mit den fürchterlichsten himmlischen und irdischen Strafen wurde bedroht, wer es dem Feinde verriethe. In der That vermochten die Griechen das Staatsgeheimniss lange zu bewahren. Keine Schrift jener Zeit enthält irgend eine Angabe über die Zusammensetzung dieser Mischung und erst Jahrhunderte später kommt es auch bei den Arabern zur Anwendung, denn erst im 13. Jahrhundert bedienen sich die Sarazenen des griechischen Feuers während des fünften Kreuzzugs als Vertheidigungsmittels, was sie sicherlich schon in den früheren gethan haben würden, wenn sie es gekannt hätten.

Ungefähr in diese Zeit fällt auch jene bereits erwähnte Mittheilung des Marcus Graecus über die Zusammensetzung derartiger Mischungen. Von Interesse ist, dass sich unter seinen Recepten etwelche befinden, bei denen nicht nur die verwendeten Stoffe, sondern auch deren Mischungsverhältnisse mit denen des späteren Kriegspulvers fast genau übereinstimmen. So lautet eine Anweisung der noch in mehreren Handschriften vorhandenen lateinischen Uebersetzung eines unbekannten, vermuthlich griechischen Originals: „*Accipe libram unam sulfuris vivi, libras duas carbonum tilliae vel salicis, sex libras salis petrosi, quae tria sublime terantur in lapide marmoreo.*“ Dies würde folgendem Gehalte vom Hundert entsprechen, der von dem nebenstehenden Gehalte des früheren preussischen Kriegspulvers, wie man sieht, nicht sehr wesentlich abweicht:

Byzanz			Preussen		
11	Proc.	Schwefel	10	Proc.	Schwefel
22	„	Kohle	16	„	Kohle
67	„	Salpeter	74	„	Salpeter.

Allerdings dürfen wir dabei nicht vergessen, dass diese Zahlen nicht ganz vergleichbar sind: der damals verwendete *Kehrsalpeter* war kein chemisch reiner Kalisalpeter. Auch würden solche Mischungen, wenn sie reinen Salpeter enthalten hätten, als *griechisches Feuer* nicht gut haben benutzt werden können, weil sie schon verbrannt gewesen wären, bevor sie den Feind erreicht hätten.

Bei dem häufigen Gebrauch des *griechischen Feuers* konnte es nun nicht fehlen, dass eine merkwürdige Beobachtung gemacht wurde, eine Beobachtung, die zur Erfindung des Schiesspulvers die Veranlassung gewesen ist. Das *griechische Feuer* besass eine Kraft, von der die Alten keine Ahnung hatten, eine Eigenschaft, die endlich im Schiesspulver ausschliesslich zur Benutzung kommen sollte, auf der die spätere Anwendung dieser Mischungen allein beruht, eine geheimnissvolle Kraft, die eine so grosse Rolle in der Geschichte der Civilisation zu spielen

berufen war: es ist die den Explosivkörpern innewohnende *treibende Kraft.* Schon die Eigenthümlichkeit der etwa am hinteren Ende des Geschosses befestigten Mischung erregte Verwunderung, nach allen Seiten zu sprühen und selbst nach unten, während sonst eine jede Flamme aufwärts zu brennen pflegt: flog ein solcher Brandpfeil vermöge der gespannten Sehne der Katapulte davon, so beobachtete man, dass der rapid brennende Zündsatz die Geschwindigkeit des Geschosses beträchtlich vermehrte.

Die erste Anwendung dieser treibenden Kraft ist die Rakete: am unteren Ende entzündet, verfolgt sie aus eigner Kraft ihren Weg durch die Luft. Brachte man die Brandmasse in ein kupfernes, unten bis auf eine kleine Zündöffnung geschlossnes Rohr, so flog, entzündete man dort die Mischung, eine ganze Feuergarbe aus dem Schlunde empor, eine Zündrakete, welche Verderben bringend die Luft durcheilte, dem Feinde die Augen zu blenden, sein Schiffs- und Kriegsgeräth zu vernichten.

Zum ersten Male war die treibende Kraft des Pulvers erkannt worden; dem Menschengeschlechte war eine neue, ebenso furchtbare, wie eminent nutzbare Kraft in die Hand gegeben, eine Kraft, die in ihrer Stärke mit allen Naturkräften wetteifern kann; zum ersten Male hatte der Mensch gelernt, ausserhalb des Organismus chemische Energie in mechanische Arbeit nutzbringend zu verwandeln; man hatte eine neue arbeitende Kraft gefunden, eine gigantische im Verhältnisse zu allen sonst bekannten Arbeitskräften.

Ein neues weltbewegendes Agens war da, und welche gewaltigen Wandlungen birgt es in seinem Schoosse! Mit mächtiger Hand greift es in die Geschicke der Völker, mit feurigem Finger schreibt es die Geschichte der Staaten. Eine unbarmherzige, mördrische Kraft, wenn sie das blühende Leben von Tausenden dahinrafft, und wieder wie wohlthätig als werkthätige Helferin, wenn sie das Erz und die Kohlen zu Tage fördert, wenn sie mit Riesenhand die Berge versetzt und die Felsen durchbohrt, den Verkehr der Menschen zu erleichtern; ja, selbst im Kriegsgewande, wenn sie das raubende Ritterthum in den Abgrund stürzt, ohne doch die Ritterlichkeit aus der Welt zu schaffen, wenn sie den in Permanenz erklärten Fehdezustand allmählich auf bestimmte Schlachtfelder beschränkt, wenn sie das grausame Gemetzel der Einzelnen durch den Fernkampf der Massen ersetzt, die Kriege zwar nicht weniger blutig, aber doch menschlicher gestaltet; wenn sie die Feldzüge verkürzt, obwohl die Massen der Streiter sich mehren.

Ob die Erfindung eines Flavio Gioja, eines Gutenberg, die Entdeckung eines Vasco da Gama oder eines Christoph Columbus, die Erfindung eines James Watt oder eines George Stephenson, eines Gauss, Weber oder Sömmerring heilbringender gewesen, als die Erfindung des Schiesspulvers durch die Byzantiner, wer vermöchte es zu sagen? Die Zeit der Erfindung fällt —

man darf es mit ziemlicher Gewissheit annehmen — in die zweite Hälfte des 13. Jahrhunderts.

Nachdem das Princip entdeckt war, liess die praktische Anwendung nicht mehr auf sich warten. Die einmal erkannte Expansionskraft wurde sogleich benutzt, nicht nur die feurige Masse selbst zu treiben: man steckte Pfeile und Bolzen in das Rohr und verwendete die neue Wurfkraft, wie man bis dahin nur die Kraft der gespannten Sehnen, sei es des nervigen Arms, sei es der weittragenden Katapulte, benutzt hatte; aus dem feuerspeienden Rohr wird so die erste Schusswaffe, und man braucht nur noch dasselbe Princip auf den Feuertopf anzuwenden, so entsteht das schwere Geschütz, der Mörser und die Kanone.

Die älteste Beschreibung der neuen Waffe findet sich in einer arabischen Handschrift der Petersburger Bibliothek, vermuthlich aus dem Anfange des 14. Jahrhunderts. Mit einer Mischung von $1\frac{1}{2}$ Theilen Schwefel, 2 Theilen Kohle und 10 Theilen Salpeter — der Salpetergehalt entspricht auch hier dem des heutigen Kriegspulvers von 74% — wird ein *Medfaa* bis zu einem Dritttheil angefüllt. Das Wort *Medfaa* bedeutet in späterer Zeit Kanone, man hat also ein einseitig geschlossenes Rohr darunter zu verstehen. Man lässt sich ferner, sagt der Schreiber, einen zweiten *Medfaa* aus Holz machen — der erste wird also aus Metall bestanden haben —, der in den ersten genau hineinpasst und stösst ihn fest hinunter. Dieser muss also als Bolzen gedient haben, welcher die Pulvermischung zusammenpressen und nach oben abschliessen sollte. Man legt nun die Kugel oder den Pfeil darauf und bringt Feuer an die Zündöffnung. Der Verfasser giebt noch besondere Vorsichtsmassregeln an, damit der Schütze nicht selbst einen Stoss vor die Brust bekomme, woraus man auf die Handhabung der Waffe schliessen kann. Man sieht, das Gewehr ist fertig: das feuerspeiende Rohr ist eine Schusswaffe geworden.

Im Laufe des 14. Jahrhunderts verbreitet sich die neue Erfindung über die europäischen Staaten. In Florenz werden schon 1326 metallene Kanonen und eiserne Kugeln gefertigt; 1338 stellt man in Frankreich das für eine beabsichtigte Landung in England nöthige Pulver her; im folgenden Jahre wird die Vertheidigung von Cambray mit fünf eisernen und ebensoviel Erzkanonen unterstützt und in der Schlacht bei Crécy 1346 fahren die Engländer eine Batterie von 3 Kanonen auf. In Augsburg lässt sich die Pulverfabrikation auf das Jahr 1340, in Spandau auf 1344 zurückführen, und 1351 wird in Spanien die Stadt Alicante mit Kanonen belagert. Man sieht, in der Mitte des 14. Jahrhunderts ist das Pulver überall bekannt, sein Gebrauch ein allgemeiner. Ja, auch die Opfer, welche die Fabrikation dieses gefährlichen Stoffes fordert, verschweigt uns die Geschichte nicht: das erste, wovon sie berichtet, ist das Rathhaus zu Lübeck, das 1360 durch eine Pulverexplosion ein Raub der Flammen wird.

Die Ueberlegenheit der neuen Kriegsmittel über das alte Arsenal der schwerfälligen Ballisten und Katapulte macht sich bald geltend. Die neue Artillerie des Jean Bureau ist es, welche die Engländer völlig aus Frankreich vertreibt, und wenn es den Byzantinern gelungen war, dem Andringen der Mohamedaner acht Jahrhunderte lang Stand zu halten: durch seine eigne Erfindung ging Konstantinopel verloren; unter den türkischen Kanonen fiel es im Jahre 1453.

Viel länger hat es gewährt, bis sich auch die Handfeuerwaffe die ihr gebührende Stellung auf dem Schlachtfelde eroberte. Es war leichter, einige Batterien ins Feld zu stellen, als das ganze Fussvolk mit Feuergewehren zu bewaffnen. Erst im vorigen Jahrhunderte war die Ausbildung der Waffe und die Ausrüstung der Armeen damit soweit fortgeschritten, dass ein jeder Mann gleichzeitig für den Nah- und den Fernkampf ausgestattet werden konnte. Erst mit der Einführung des Bajonettgewehrs werden die Spiessträger überflüssig, die bis dahin die Büchsenschützen gegen die Reiterei vertheidigen und beim Sturmangriffe vorgehen mussten. Dies war nothwendig, so lange man bei der mangelhaften Gewehrtechnik an ein Schnellfeuer nicht denken konnte. Das Laden war eine schwierige Operation: in nicht weniger als 37 Gliedern wurden die Schützen aufgestellt; hatte das erste geschossen, so lief es hinter die Front und war erst wieder schussbereit, wenn alle anderen 36 ihre Salven abgegeben hatten. Im Anfange des vorigen Jahrhunderts war die Gewehrtechnik soweit vorgeschritten, dass man in drei Gliedern Stellung nahm, aber erst Friedrich der Grosse war es, der die Entscheidung der Schlachten ausschliesslich durch das Gewehrfeuer der Infantrie herbeizuführen suchte. Durch die offne Gefechtsform der napoleonischen Kriege wird ein immer grösserer Werth auf die Präcision der Waffe gelegt. Der Schuss des Einzelnen, der sein Ziel ins Auge fasst und den günstigsten Moment abwartet, es zu erreichen, tritt an die Stelle des Massenfeuers. Die alte Ladeweise mit Pflaster, Setzstock und Hammer wird durch die Percussionszündung ersetzt, der unzuverlässige Funke des Steinschlosses durch die exacte Explosion des Zündhütchens, dessen Knallquecksilber beim Aufschlag des Hahns detonirt und das Pulver entzündet.

Aber obwohl bereits im Jahre 1360 Gewehre mit Hinterladung vorkamen, so erkannte man ihre Vorzüge gegenüber den Vorderladern erst in der Mitte unseres Jahrhunderts. Die Ueberzeugung von diesen Vortheilen wurde erst durch die enormen Verluste, welche die Oesterreicher auf den böhmischen Schlachtfeldern 1866 erlitten, zur vollendeten Thatsache, obgleich schon die Ueberlegenheit des preussischen Zündnadelgewehrs im dänischen Kriege die Franzosen veranlasst hatte, alsbald das Chassepot-Gewehr einzuführen. Seitdem hat begreiflicher Weise die Gewehr- und Geschütztechnik nicht stillgestanden. Im Gegentheil, jede Verbesserung, die von einem Kriegs-

departement eingeführt wurde, musste so schnell wie möglich von den anderen nachgeahmt, wenn nicht übertroffen werden, denn auf keinem Gebiete kann ein Stillstand so verhängnissvoll für das Staatswohl sein, wie hier.

Die Veränderungen der letzten Jahrzehnte bezwecken nun bei den Handfeuerwaffen erstens eine vermehrte Feuergeschwindigkeit durch Einführung der Magazingewehre, zweitens aber eine Vervollkommnung der Präcision, die den weitgehendsten Anforderungen der wissenschaftlichen Ballistik genügt. Auf der anderen Seite hat in dieser Zeit nicht nur die Bedeutung der Artillerie im Felde zugenommen, sondern insbesondere hat die Technik der Geschütze für den Belagerungskrieg, für die Küstenvertheidigung und für den Seekrieg die riesigsten Dimensionen angenommen. Als man während des amerikanischen Bürgerkrieges begann, die Kriegsschiffe mit eisernen Panzern zu bekleiden, um sie gegen die damaligen Schiffs- und Küstengeschütze zu sichern, trat zuerst an die vereinigten Staaten die Aufgabe heran, die Pulverladungen entsprechend zu erhöhen. Es begann jener Wettkampf zwischen den Kanonen- und den Panzerfabrikanten, zwischen den Krupps und den Grusons. Jede Vergrösserung auf der einen Seite rief eine Verstärkung auf der anderen hervor; in dem Maasse, wie die Pulverladungen wuchsen, wurden die Panzer immer dicker und härter; die Kanonen wurden immer grösser, die Kriegsschiffe immer schwerfälliger, die Armirung der Festungen immer massiver.

Man begreift, wie diese Verhältnisse, wo alle Kräfte angespannt wurden, auf die Pulverfabrikation nicht ohne Einfluss bleiben konnten. Es handelt sich wesentlich darum, die Eigenschaften des Pulvers derart zu verändern, dass dieselbe Menge eine grössere mechanische Arbeit zu liefern im Stande ist. Ein exactes Studium der verschiedensten Pulversorten beginnt. Man verändert das Gewicht und die Grösse des Korns, man comprimirt die einzelnen Körner oder ganze Pulverladungen bei einer Temperatur, wobei der Schwefel plastisch wird, um auf diese Weise die Verbrennungszeit zu verlangsamen und eine nachhaltigere Wirkung, eine mehr schiebende als stossende auf das Geschoss auszuüben. Man erhält so die *geformten Pulver*, und die dabei erzielte absolute Identität der einzelnen Körner in Bezug auf Pressung, Form, Grösse, Gewicht, Härte, Dichtigkeit, Structur, Trockenheit und Zusammensetzung ermöglicht eine bis dahin unerreichte Genauigkeit in den ballistischen Eigenschaften des Pulvers. In physikalischer Beziehung, wie in chemischer, wird das Pulver in aller erdenklichen Weise den verschiedenartigsten Veränderungen unterworfen; eine unendliche Mühe und Arbeit steckt in diesen zahllosen Versuchen, die häufig zu brauchbaren Resultaten führen; aber, so verlockend es ist, es würde den Rahmen dieser Skizze weit überschreiten, wollten wir im Einzelnen die letzten Anstrengungen ver-

folgen, die das alte Pulver gemacht hat, um seine Jahrhunderte lange Kriegsherrschaft zu behaupten.

Männer wie Rodmann in Nordamerika, der Erfinder des bekannten *prismatischen* Kanonenpulvers, der die Eigenschaften desselben mehr nach der physikalischen Seite zu vervollkommnen suchte, der berühmte Sir Frederic Abel und sein Mitarbeiter, der englische Captain Noble am Arsenal zu Woolwich, die erfolgreiche systematische Versuche anstellten, durch Veränderungen der chemischen Zusammensetzung die Kraft des Pulvers zu erhöhen, in Deutschland J. N. Heidemann, der Generaldirector der rheinisch-westphälischen Pulverfabriken, sowie der Fabrikant Duttenhofer in Rottweil und in Dünaberg, die in dem sogenannten braunen Prismenpulver statt der schwer verbrennlichen ausgeglühten Holzkohle eine noch braungefärbte leicht entzündliche, nur wenig verkohlte Holzfaser verwandten, und viele Andere sind es, welche die Pulverfabrikation der letzten Jahrzehnte auf eine Höhe zu bringen wussten, wie sie vordem für unerreichbar gehalten wurde.

Aber so gross und bewundernswürdig diese Erfolge sind: die alten Bestandtheile des *griechischen Feuers* sind auf der Höhe ihrer Machtvollkommenheit angelangt, ein neues Pulver tritt an die Stelle des alten; mit dem Jahre 1887 beginnt eine neue Aera in der Fabrikation des Schiesspulvers.

II. Das rauchlose Pulver.

Gewichtige Gründe müssen es gewesen sein, die ein so altes und so conservatives Gewerbe, wie die Pulvermacherei, veranlassen konnten, plötzlich den festen Boden der unorganischen Chemie zu verlassen, wo die Feuerwerker seit Jahrhunderten mit Kohle, Schwefel und Salpeter hantirten, ohne nöthig zu haben, auch nur die Schwelle der wissenschaftlichen Hochschule zu betreten. Der unmittelbare Anstoss zu dieser Wandlung ist vorzugsweise in dem Fortschreiten der Gewehrtechnik zu suchen, die unaufhaltsam vorwärts drängte, die Ziele zu erreichen, welche ihr von der wissenschaftlichen Ballistik schon längst vorgezeichnet waren.

Die Geschichte der Waffentechnik zeigt, dass der Geschossdurchmesser der Handfeuerwaffen stetig abgenommen hat. Im Berner Museum befindet sich noch ein Handfeuerrohr aus dem 14. Jahrhundert mit einem Caliber von 35 mm; die Muskete des 17. Jahrhunderts hat ein Normalkaliber von 18,6 mm, und noch im Jahre 1846 hat die französische Büchse eine Rohröffnung von 17,5 mm.

Grosses Aufsehen machte es daher, als 1844 bei den schweizer Schützenvereinen zum ersten Male amerikanische Scheibenbüchsen mit einem Kaliber von nur 9—10 mm benutzt wurden, die sich durch eine bis dahin unerreichte Treffsicherheit auszeichneten. Die Versuche,

welche alsbald von der schweizer Militärverwaltung unternommen wurden, ergaben für ein Kaliber von 10,5 mm die günstigste Tragweite, Rasanz, Schussgenauigkeit und Durchschlagskraft; anfangs der 50er Jahre wurden die schweizer Gewehre auf diesen Geschossdurchmesser gebracht, und man sah bald allgemein, dass eine Steigerung der Feuerwirkung nur auf diesem Wege zu erreichen war. Gleichwohl gingen die übrigen Culturstaaten zunächst auf ein sogenanntes Mittelkaliber von ca. 14 mm herab, indem man gleichzeitig die Leistungsfähigkeit der Gewehre durch Einschneiden von Zügen, sowie durch die Einführung von Langgeschossen an Stelle der Rundgeschosse auf ungefähr das Doppelte steigerte. Im Jahre 1860 waren alle Staaten mit dem Mittelkaliber versehen, aber es dauerte nicht lange, so folgte man dem schweizer Beispiele.

Die folgende Tabelle zeigt, wie seit 1866 die Grösse des Kalibers in den verschiedenen Systemen und Staaten immer mehr erniedrigt worden ist.

Staat	Jahr	Kaliber	System
Frankreich	1866	11	Chassepot
Nord-Amerika	„	11,43	Springfield
Belgien	1867	11	Albini
Oesterreich	1868/73	11	Werndl
Schweiz	1868/81	10,4	Vetterli
Spanien	1871	11	Remington
Deutschland	„	11	Mauser
England	„	11,43	Martini
Holland	„	11	Beaumont
Italien	„	10,4	Vetterli
Russland	„	10,66	Berdau
Frankreich	1874	11	Gras
Portugal	1885	8	Guèdes
Frankreich	1886	8	Lebel
Oesterreich	1888	8	Mannlicher
Deutschland	„	7,9	—
England	1889	7,7	Lee-Metford
Belgien	„	7,65	Mauser
Schweiz	1890	7,5	—
Italien	1891	6,5	—

Nachdem man so von dem Mittelkaliber vorübergehend auf 10—11mm gekommen, ist man neuerdings überall zu dem sogenannten kleinen Kaliber von 7—8 mm übergegangen. Die Vortheile, welche in dieser Verkleinerung liegen, lassen sich leicht erkennen: Die bedeutende Verminderung des Raums und Gewichts des Geschosses und der Patrone ermöglicht, dass der Schütze ungefähr die doppelte Anzahl bei sich führen kann, als früher, was namentlich im Hinblick auf die modernen Schnellfeuerwaffen von eminenter Bedeutung ist.

Von noch erheblicherer Wichtigkeit aber ist die Thatsache, dass bei gleichbleibender lebendiger Kraft mit abnehmendem Geschossquerschnitte die Flugbahn eine mehr und mehr gestreckte wird, weil der Luftwiderstand sich vermindert. Eine flachere Flugbahn aber bietet in Bezug auf die Treffsicherheit und die Schussgenauigkeit bei wechselnden oder unbekannten Entfernungen so hervorragende Vortheile, dass darin wohl der Schwerpunkt der ganzen Verminderung des Kalibers zu suchen ist.

Mit der Verkleinerung des Durchmessers ist, wie schon bemerkt, eine Verminderung des Gewichts nothwendig verbunden, weil man über eine gewisse Geschosslänge nicht hinaus kann und auf die Anwendung schwererer Metalle als Blei vorläufig verzichten muss. Den Feind mit goldenen Kugeln zu beschiessen, würde etwas kostspielig sein und auch die vorgeschlagenen Geschosse aus Wolframmetall, das ebenso schwer wie Gold und fast noch einmal so schwer wie Blei ist, sind für eine Armeebewaffnung noch zu theuer.

Da sich nun die lebendige Kraft, welche dem Geschosse ertheilt werden soll, zusammensetzt aus der Masse und dem halben Quadrate der Geschwindigkeit, so wird man, soll dieselbe lebendige Kraft erreicht oder gar noch vermehrt werden, darauf bedacht sein müssen, die Anfangsgeschwindigkeit entsprechend zu vergrössern, und zwar im quadratischen Verhältnisse zur Verminderung des Gewichtes. Dies gelingt aber nur durch eine Kraftvermehrung, wie sie das Schwarzpulver nicht mehr zu liefern im Stande ist, durch eine Explosionsgewalt, wie man sie bis dahin lediglich bei den zu Sprengzwecken verwendeten sogenannten brisanten Explosivkörpern kennen gelernt hatte, bei der Schiessbaumwolle oder Nitrocellulose, die sich schon lange als furchtbares Sprengmittel zur Füllung der Torpedos Eingang verschafft hatte, und bei dem Sprengöl oder Nitroglycerin, das in Form von Dynamit im Bergbau, beim Tunnel- und Strassenbau seine gewaltigen Kräfte in den Dienst der friedlichen Arbeit stellt.

Aber noch eine andere Aufgabe war es, deren Lösung in hohem Grade erwünscht schien. In dem Maasse, wie die Feuergeschwindigkeit durch die Einführung der Magazingewehre und Schnellfeuergeschütze zunimmt, macht sich mehr und mehr der Wunsch geltend nach *rauchfreiem Pulver*. Die Vortheile des Magazins, das den Schützen in den Stand setzt, mehr als 20 gezielte Schüsse in der Minute abzugeben, und die schnellfeuernden Kanonen, die auf den Kriegsschiffen zur Nothwendigkeit werden, um im Torpedokriege den Angriff dieser gefürchteten Sprenggeschosse abzuwehren, lassen sich nur ausnützen, wenn man ein möglichst freies rauchloses Schussfeld vor sich hat. So erklärt sich das Bestreben, nicht nur die Wurfkraft zu erhöhen, sondern ein Pulver zu schaffen ohne Rauch.

Es hat nun keineswegs an Versuchen gefehlt, dieses Kennzeichen der Schlachtfelder abzuschwächen oder aus der Welt zu schaffen. Schon

45 Jahre ist es her, dass unsere beiden Landsleute Christian Friedrich Schönbein*) in Basel und mein berühmter Vorgänger Rudolf Böttger in Frankfurt a. M. die weitgehendsten Hoffnungen an ihre Erfindung der Schiessbaumwolle knüpften, die ausser der dreifach überlegenen Kraft vor dem Schiesspulver gerade den Vorzug besass, völlig rauchfrei zu verbrennen. Fast eines halben Jahrhunderts aber hat es bedurft, bis diese Hoffnungen in Erfüllung gingen und keinem von Beiden war es beschieden, die Triumphe zu erleben, die heute die Schiessbaumwolle in Gestalt des neuen Pulvers zu feiern berufen ist. Beiden Anforderungen, der Erhöhung der treibenden Kraft, wie der Abschaffung des Pulverrauchs, hat sie in ausgiebiger Weise Genüge geleistet.

Die Erfindung der Schiessbaumwolle**) beruht keineswegs auf einer zufälligen Beobachtung; sie ist vielmehr das Resultat rein wissenschaftlicher Forschungen. Lediglich theoretische Gründe waren es, welche Schönbein zu der Vermuthung führten, ein Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure müsse stark oxydirende Eigenschaften haben. Der Entdecker des Ozons und des Antozons, in welch letzterem man später das bereits 1818 von Thénard entdeckte Wasserstoffsuperoxyd erkannte, hatte im Jahre 1845 eine eigenthümliche Theorie aufgestellt. Begeistert von den naturphilosophischen Speculationen der Schelling'schen Schule lässt er den Sauerstoff mit Wieland's *Herkules* ausrufen:

„*Zwei Seelen, ach, ich fühl' es zu gewiss,*
„*Bekämpfen sich in meiner Brust mit gleicher Kraft*“,

„*eine positive und eine negative.*“ Auch jede Sauerstoffverbindung, dachte er sich, sollte entweder die eine oder die andere Form dieses *activen* Sauerstoffs enthalten. So betrachtet er die Schwefelsäure als eine Verbindung von Schwefeldioxyd mit activem Sauerstoff, während dieser in der Salpetersäure mit Stickstofftetroxyd verbunden sein sollte. Nun war es Heinrich Rose gelungen, eine merkwürdige Verbindung zu entdecken, worin jene beiden mit activem Sauerstoff vereinigten Körper unter einander verbunden waren, das sogenannte doppeltschwefelsaure Stickoxyd oder, wie wir es heute nennen müssen, das Salpetrigpyroschwefelsäureanhydrid. Nichts war nach den damaligen dualistischen Anschauungen natürlicher, als die Vermuthung Schönbeins, beim Vermischen von Schwefelsäure mit Salpetersäure müsse die Rose'sche Verbindung entstehen und der active Sauerstoff aus beiden Säuren zugleich frei werden.

Der Versuch bestätigte die Voraussetzung: Schwefel, Phosphor, Papier, Zucker, Holz u. s. w. wurden auf das Heftigste oxydirt; zumal aber war es die Umwandlung der Baumwolle durch dieses Säuregemisch, die alsbald das grösste Aufsehen erregte.

*) Geb. zu Metzingen in Württemberg am 18. October 1799, gest. am 29. August 1868.
**) Vergl. B. Lepsius: Christian Friedrich Schönbein. Allgemeine deutsche Biographie.

Die Schönbein'sche Erfindung der Schiessbaumwolle, wie er die neue, äusserlich von der Baumwolle kaum zu unterscheidende Substanz nannte, fällt in das Jahr 1846. Versuche der baseler Militärverwaltung und Sprengungen im Tunnel von Istein bestätigten ihre eminente Kraft. Als wenige Monate später Böttger unabhängig von Schönbein dieselbe Erfindung machte, wurden die Versuche gemeinschaftlich fortgesetzt. In dem kleinen Baseler Universitäts-Laboratorium, damals noch am Falkensteiner Hofe gelegen, und in dem alten Böttger'schen Laboratorium, unter den Sammlungen des Senckenbergischen Museums, wurde mit Feuereifer gearbeitet. Noch nach Jahren haben sich die Haare der Museumsverwalter gesträubt, als sie hörten, dass unter ihren kostbaren ausgestopften Thieren Sprengstoffe bereitet und welche Mengen von Schiessbaumwolle in der Dachkammer des Museums zum Trocknen aufgehängt wurden! Ja, selbst die Küche der Böttger-schen Wohnung in der Alten Gasse musste herhalten; aber mochte auch eine kleine Explosion sämmtliche Fensterscheiben zertrümmern, sie feuerte den Forscher nur noch mehr an, die Versuche fortzusetzen.

Allein lange konnte die Darstellung der Schiessbaumwolle nicht geheim gehalten werden, da Professor Otto in Braunschweig, dem die Bereitung ebenfalls gelungen war, seine Versuche veröffentlichte. Nun beschäftigte sich alle Welt mit diesem merkwürdigen Körper. Wochenlang sprachen die öffentlichen Blätter von diesem rauchlosen Schiessmittel; schon fürchteten die Schlachtenmaler ihr hauptsächlichstes Requisit, den Pulverrauch, zu verlieren; der Verbrauch an Salpetersäure stieg enorm; es dauerte nicht lange und man begann den neuen Explosivstoff zu fabriziren. Diese Fabrikation hatte aber kein langes Leben. Der erste Schreckschuss war die Explosion von 1600 kg Schiessbaumwolle, welche eine Fabrik in Le Bouchet bei Paris am 17. Juni 1848 vollständig zerstörte. Bald folgte die furchtbare Explosion von Faversham in England; noch einige andere, und der Glaube an die Zukunft der Schiessbaumwolle war dahin. Es wollte in der That nicht gelingen, ein auf die Dauer haltbares Fabrikat herzustellen. Noch eine andere Schwierigkeit ergab sich. Die ungeheure Geschwindigkeit, womit der Stoff verbrannte, war zwar zu seiner Benutzung als Sprengmittel höchst willkommen, weil dadurch die Gewalt der Explosion vergrössert, die Wirkung eine brisantere, ausgiebigere wurde, aber wollte man sie zu militärischen Zwecken als Treibmittel benutzen, so stellten sich ihrer Anwendung die grössten Schwierigkeiten entgegen.

Die ersten erfolgreichen Versuche, diesen Uebelständen abzuhelfen, machte der österreichische Artilleriegeneral von Lenk. Indem er die Ursache der freiwilligen Zersetzung in der mangelhaften Reinheit der Baumwolle und der ungenügenden Reinigung des fertigen Produkts erkannte, gab er den Weg an, die Schiessbaumwolle *„zu zähmen."* Es gelang ihm in der That, ein völlig haltbares Produkt zu gewinnen, und in dem Maasse, wie er die Schiessbaumwolle verdichtete, die darin

befindlichen Lufträume entfernte, verringerte sich ihre Brisanz. Aber die völlige Vernichtung eines Magazins bei Wien, wo 2—300,000 kg Schiessbaumwolle aus einem unbekannten Grunde explodirten, machten allen ferneren Versuchen ein Ende.

So bedeutungsvoll die Versuche von Lenk's gewesen, es blieb der Schiessbaumwolle nichts übrig, als sich für die erlittenen kriegerischen Misserfolge auf friedlichem Gebiete schadlos zu halten: schon im Jahre 1851 hatten Fry und Archer die leicht zersetzliche Eiweissschicht durch das Collodiumhäutchen ersetzt, das die alkoholisch-ätherische Lösung der schwach nitrirten Baumwolle auf der Glasplatte des Photographen hinterlässt.

Erst Sir Frederic Abel war es, welcher die englische Regierung veranlasste, der Schiessbaumwolle wieder Eingang in die Arsenale zu gestatten. Er verbesserte die Lenk'sche Fabrikationsmethode, schickte der Nitrirung einen Zerkleinerungsprocess der Baumwolle in Krempelmaschinen voraus, wo er sie zur feinsten Vertheilung brachte, und verarbeitete das nitrirte Produkt wie einen Papierbrei im Holländer. Er zeigte, dass die Schiessbaumwolle in feuchtem Zustande völlig gefahrlos sei, und erhöhte ihre Brauchbarkeit, indem er sie unter dem Drucke gewaltiger hydraulischer Pressen comprimirte. In diesem Zustande ist die Schiessbaumwolle alsbald ein ebenso furchtbarer, wie unentbehrlicher Sprengstoff geworden zur Füllung von Explosivgeschossen zu Wasser und zu Lande. Fast alle Torpedos und Unterwasserminen sind heute mit comprimirter Schiessbaumwolle angefüllt, zumal seit Abel die merkwürdige Entdeckung gemacht hat, dass man im Stande ist, diesen Stoff auch in nassem Zustande, selbst mit einem Gehalt bis zu 30 Procent Wasser, mit Hülfe einer durch Knallquecksilber oder trockener Schiessbaumwolle eingeleiteten Explosion — einer sogenannten Initialzündung — zur Detonation zu bringen. Ja, die Explosion von nasser Schiessbaumwolle ist unter Umständen sogar noch wirksamer: das wenig elastische Wasser überträgt noch unmittelbarer den Stoss auf die ganze Masse, während sonst die darin befindliche Luft als elastisches Kissen wirkt, welches den Stoss der Detonationszündung aufnimmt und abschwächt.

So gehören denn, obwohl der Torpedo fast so alt ist wie unser Jahrhundert, seine Erfolge erst der jüngsten Zeit an: seine moralische Wirkung bewies er bei den Küstensperrungen im österreichisch-italienischen und im deutsch-französischen Kriege, sein erstes Opfer aber war das türkische Thurmschiff Seifi, das im Jahre 1877 durch den Torpedoangriff des Cesarewitsch und Xenia auf der Donau vernichtet wurde und der wohlgezielte Torpedoschuss, womit vor wenigen Monaten das Kriegsschiff der Congresspartei Blanco Encalado den chilenischen Regierungsdampfer Almirante Lynch zerschmetterte — der erste Torpedoerfolg auf dem Ocean — ist noch in unser aller Gedächtniss.

Inzwischen haben die Versuche, die Schiessbaumwolle auch zu Schiesszwecken zu verwenden, keineswegs geruht. In England wurde von der Pulverfabrik zu Stowmarket ein Jagdpulver gefertigt, das den Beifall der Sportsleute fand. Die Patronen bestanden aus filzähnlichem, zusammengerollten Papier, einer Mischung von nitrirter und gewöhnlicher Baumwolle. Abel erzielte mit kugelförmigen Ladungen aus comprimirter Schiessbaumwolle, deren Explosionsgeschwindigkeit in ähnlicher Weise geregelt wurde, Erfolge im Martini-Henry-Gewehr. Der preussische Artillerieoberst Schulze erfand ein Pulver, welches ebenfalls beinahe rauchlos verbrannte, bestehend aus gekörntem Holze, das nach einigen Reinigungsprocessen, wie die Baumwolle, in Nitrocellulose verwandelt und noch mit geringen Mengen einer oxydirenden Substanz imprägnirt wurde. Wenn diese Pulver auch weniger Rauch verbreiteten und zum Theil an Stärke nichts zu wünschen übrig liessen, sie blieben doch hinter dem Schwarzpulver zurück in Bezug auf die Uniformität des Kornes und konnten in Folge dessen den Anforderungen nicht genügen, welche die modernen Präcisionswaffen an Schussgenauigkeit stellen. Immerhin sind sie als Vorläufer des neuen Pulvers nicht ohne Interesse.

Das erste rauchlose Pulver, das zu kriegerischen Zwecken eine, wenn auch vorübergehende Einführung gefunden hat, war das geheimnissvolle Poudre B. der französischen Regierung im Jahre 1886. Damals war Frankreich zum Kleinkalibersystem übergegangen; aus den oben dargelegten Gründen war dazu ein ausgiebigeres Pulver nöthig. Man ging mit der Einführung des Lebel-Gewehrs, das gleichzeitig ein Magazin für acht Patronen erhielt, von dem Kaliber 11 mm. des 74er Vielle-Gewehrs auf 8 mm. herab. Das Geschossgewicht fiel von 25 auf 14 g, dem entsprechend musste die Anfangsgeschwindigkeit von 430 m. auf 610 m. in der Secunde gesteigert werden, was nothwendig die Benutzung eines brisanteren Pulvers voraussetzte.

Zum ersten Male ging man zu einer anderen Klasse von Explosivkörpern über; an die Stelle der Salpetermischungen treten die sogenannten Nitroverbindungen.

Schönbein hatte, wie erwähnt, die Verwandlung der Baumwolle in Schiessbaumwolle zuerst für eine Oxydation gehalten; es stellte sich indessen bald heraus, dass die Salpetersäure nicht nur ihren Sauerstoff an die organische Substanz abgegeben hatte, sondern dass auch der Stickstoff in die Molekel der Baumwolle eingetreten war, indem zugleich die Elemente des Wassers austraten und von der anwesenden Schwefelsäure festgehalten wurden.

Die Cellulose war in Nitrocellulose verwandelt worden: für drei Atome Wasserstoff, die aus der Molekel der Cellulose austraten, war dreimal die sogenannte Nitrogruppe, ein aus einem Atom Stickstoff und zwei Atomen Sauerstoff bestehender Theil der Salpetersäure eingetreten, während sich der andere Theil, die sogenannte Hydroxylgruppe,

mit jenem Wasserstoff zu Wasser vereinigt hatte. Der Chemiker drückt diesen Vorgang durch folgende Symbole aus:

$$\underset{\text{1 Mol. Cellulose}}{C_6H_7O_2\left\{\begin{array}{l}OH\\OH\\OH\end{array}\right.} \quad + \quad \underset{\text{3 Mol. Salpetersäure}}{\begin{array}{l}HONO_2\\HONO_2\\HONO_2\end{array}}$$

$$= \quad \underset{\text{1 Mol. Schiessbaumwolle}}{C_6H_7O_2\left\{\begin{array}{l}ONO_2\\ONO_2\\ONO_2\end{array}\right.} \quad + \quad \underset{\text{3 Mol. Wasser.}}{\begin{array}{l}HOH\\HOH\\HOH\end{array}}$$

Ganz derselbe Vorgang findet bespielsweise statt, wenn das Glycerin, wie der 100 jährige Chemiker [1]) den gemeinsamen Bestandtheil aller Fette genannt hat, mit Salpeter- und Schwefelsäure behandelt oder, wie man kurz sagt, nitrirt wird:

$$\underset{\text{1 Mol. Glycerin}}{C_3H_5\left\{\begin{array}{l}OH\\OH\\OH\end{array}\right.} \quad + \quad \underset{\text{3 Mol. Salpetersäure}}{\begin{array}{l}HONO_2\\HONO_2\\HONO_2\end{array}}$$

$$= \quad \underset{\text{1 Mol. Nitroglycerin}}{C_3H_5\left\{\begin{array}{l}ONO_2\\ONO_2\\ONO_2\end{array}\right.} \quad + \quad \underset{\text{3 Mol. Wasser.}}{\begin{array}{l}HOH\\HOH\\HOH\end{array}}$$

Das Nitroglycerin ist fast ebenso alt, wie die Schiessbaumwolle. 1847 wurde es im Laboratorium von Pelouze [2]) in Paris durch den Italiener Sobrero [3]) zuerst dargestellt.

Auch diesem furchtbaren Sprengstoff war anfangs eine sehr harmlose Verwendung beschieden: da schon sehr kleine Dosen davon stark auf die Kopfnerven einwirken und höchst unangenehme Kopfschmerzen verursachen, versuchten die amerikanischen Aerzte ihn unter dem Namen *Glonoïn* als Nervenheilmittel zu verwenden.

Der schwedische Ingenieur Alfred Nobel hatte den Muth, diesen Körper 1863 im grössten Maassstabe fabrikmässig herzustellen, und trotz einiger furchtbarer Explosionen, in Stockholm, im Hafen von Aspinwall an der Panamaeisenbahn, in Sidney, in San Francisco und anderen Orten, die alle Welt gegen das Nobel'sche Sprengöl aufbrachten, gelang es seiner ungewöhnlichen Thatkraft und Ausdauer, die kostbare Kraft des Nitroglycerins in Form von Dynamit nutzbar zu machen, indem es ihm zugleich glückte, diesen beim Anzünden nur langsam abbrennenden Stoff durch Initialzündung mittels Detonation von Knallquecksilber auf sichre und völlig gefahrlose Weise zur Explosion zu bringen. Auch dem als *Melinit* bekannt gewordenen französischen Sprengstoffe lag eine Nitroverbindung zu Grunde.

---

[1]) Michel Eugéne Chevreul, geboren am 31. August 1786, † am 9. April 1889.
[2]) Théophile Jules Pelouze, Prof. a. d. Ecole polytechn., geb. 1807, † 1867.
[3]) Ascanio Sobrero, Prof. d. Chemie in Turin, geb. 1812, † 1888.

Im Jahre 1771 hatte der Engländer Woulfe[1]) gefunden, dass bei der Einwirkung von Salpetersäure auf Indigo ein Farbstoff entsteht, der die Seide schön gelb färbe. Der bittre Geschmack dieser Substanz veranlasste Berzelius,[2]) ihr den Namen Pikrinsäure zu geben. Laurent[3]) gelang es, sie aus Carbolsäure oder Phenol darzustellen. Auch hier tritt dreimal die Nitrogruppe der Salpetersäure für drei Wasserstoffe in die Phenolmolekel ein:

$$\underset{\text{1 Mol. Phenol}}{C_6H_2 . OH \left\{ \begin{matrix} H \\ H \\ H \end{matrix} \right.} \quad + \quad \underset{\text{3 Mol. Salpetersäure}}{\begin{matrix} HONO_2 \\ HONO_2 \\ HONO_2 \end{matrix}}$$

$$= \underset{\substack{\text{1 Mol. Trinitrophenol} \\ \text{oder Pikrinsäure.}}}{C_6H_2 . OH \left\{ \begin{matrix} NO_2 \\ NO_2 \\ NO_2 \end{matrix} \right.} \quad + \quad \underset{\text{3 Mol. Wasser.}}{\begin{matrix} HOH \\ HOH \\ HOH \end{matrix}}$$

Lange Zeit wurden die Pikrinsäure und ihre Salze zum Färben von Wolle und Seide benutzt, obwohl gerade die Salze zu den gefährlichsten Explosivstoffen gehören. Die entsetzliche Katastrophe an der Place de la Sorbonne in Paris, wo 1869 durch die Explosion von pikrinsaurem Kalium ein ganzes Häuserviertel in die Luft flog, wie andererseits die zahlreichen gelben Farbstoffe, welche die organische Chemie aus dem Steinkohlentheer dargestellt hat, schränkten jedoch diese Verwendung fast ganz ein.

Aber die Benutzung der Pikrinsäure zu Sprengstoffen und Pulvermischungen hat seitdem namentlich in Frankreich nicht aufgehört. Das Pulver von Designolle aus Ammoniumpikrat und Bariumnitrat ist in Le Bouchet bei Paris in grossem Maassstabe fabrizirt und bei der Marine zur Ladung von Torpedos und Granaten benutzt worden, und das Pikratpulver von Brugère aus Kaliumpikrat und Ammoniumnitrat besitzt ausgezeignete ballistische Eigenschaften.

Die Pikrinsäure selbst jedoch hat, wie Sprengel schon 1873 gezeigt hat, den Vorzug vor ihren Salzen, dass sie viel weniger empfindlich gegen Schlag und Stoss ist, aber gleichwohl durch Initialzündungen mit grosser Heftigkeit und zerstörender Wirkung explodirt, ja sogar, wie Abel 1875 beobachtete, ähnlich wie die Schiessbaumwolle in feuchtem Zustande mit einem Wassergehalt von 15 Procent detonirt werden kann. Wie man durch den berühmten Melinit-Process erfahren, macht der französische Chemiker Turpin, der sich im Jahre 1875 ein Patent auf die Anwendung von Pikrinsäure als Explosivstoff für Schiess- und Sprengzwecke ertheilen liess, den Anspruch, der Urheber dieser Erfindung zu sein.

Die Nachricht von der Einführung des *Melinits* zur Füllung der

[1]) Peter Woulfe, geb. ca. 1727, † zu London 1803.
[2]) J. J. von Berzelius, geb. 29. August 1779, † 7. August 1848 zu Stockholm.
[3]) August Laurent, geb. 14. November 1807, † 15. April 1883 zu Paris.

französischen Granaten und des *Poudre B.* für das L e b e l -Gewehr erregte begreiflich das lebhafteste Interesse der militärischen Welt. Das Geheimniss der neuen Explosivstoffe, dessen Wirkungen ungeheure sein sollten, wurde möglichst bewahrt. Allein es dauerte nicht lange, so waren sie in der Hand des englischen Arsenals und der deutschen Regierung.

Es ist heute kein Geheimniss mehr, wie die neuen französischen Vertheidigungsmittel zusammengesetzt waren. Während der Melinit, wie schon bemerkt, aus Pikrinsäure bestand, enthielt das Poudre B. im Wesentlichen Schiessbaumwolle, die in einen eigenthümlichen gelatineartigen Zustand verwandelt war. Es hatte die Form viereckiger Blättchen, die aus dünn gewalzten Tafeln mit der Scheere geschnitten zu sein schienen und bildete eine gelblich braune hornähnliche Masse.

Während man in Frankreich mit der neuen Erfindung viel Lärm machte, wurde in anderen Ländern im geheimen, aber nicht weniger eifrig gearbeitet, um die ballistischen Bedingungen für kleinkalibrige Magazingewehre zu erfüllen: ein brisantes und zugleich rauchloses Schiesspulver herzustellen. Die Nothwendigkeit ist immer die Mutter der Erfindungen, und so hat es nicht lange gedauert, um eine stattliche Reihe von rauchlosen Pulvern ins Leben zu rufen, die den gestellten Anforderungen mehr oder weniger zu genügen im Stande sind. Ein neues Feld für Erfinder hat sich geöffnet; eine ganze Anzahl von Patenten zur Darstellung rauchlosen Pulvers sind in den letzten Jahren genommen worden, und schon hat sich die Privatindustrie der Fabrikation des neuen Pulvers in grösstem Umfange bemächtigt.

Nun ist fast kein Stoff zu einem rauchlosen Pulver besser geeignet, wie die Schiessbaumolle. Viele von Ihnen, m. H., erinnern sich noch, mit welchem Vergnügen mein Vorgänger die mit der Cigarre berührte Schiessbaumwolle in Nichts verschwinden liess. Kein Rauchwölkchen machte sich bemerkbar, die Verbrennung war eine vollständige, aus der festen Substanz entstanden lauter gasförmige Produkte. Während das Schwarzpulver ein Metall enthält, das Kalium des Salpeters, das bei der Verbrennung Kaliumcarbonat, Kaliumsulfid und Kaliumsulfat bildet, Salze, die selbst bei hohen Temperaturen ihren festen Aggregatzustand bewahren und nach dem Schuss, zu feinster Vertheilung zerstäubt, die Ursache des Rauches bilden, entstehen bei der Verbrennung der Schiessbaumwolle Kohlensäure, Stickstoff und Wasser, bei hoher Temperatur lauter gasförmige Stoffe. Das letztere allerdings, das Wasser, wird sich, wenn grosse Mengen davon gasförmig in die Luft gelangen, bei der Abkühlung zu Nebeln verdichten, und in der That beobachtet man beim Schiessen mit rauchlosem Pulver einen bald verschwindenden Wasserdampf. Aber dieser Pulver d a m p f ist kein Pulver r a u c h; er besteht nicht aus festen Theilchen, wie die schwarzen Wolken der Fabrikschornsteine, sondern aus Wasserdampf, wie die sich schnell verflüchtigende Wolke der Dampfmaschine; das Schussfeld ist nach dem Feuer fast augenblicklich wieder frei.

Der Charakter einer Explosion ist abhängig von der Grösse der Volumveränderung, welche die ursprüngliche Substanz erfährt, und von der Kürze der Zeit, in welcher diese Veränderung vor sich geht. In beiden Beziehungen ist die Schiessbaumwolle dem Schwarzpulver weit überlegen. Nicht einmal 40 Proc. des Schwarzpulvers werden in gasförmige Körper verwandelt; fast zwei Drittel vom Gewicht bleiben im festen Zustande, entweder als Rückstand im Gewehr oder fein vertheilt im Rauch. Während 1 kg Schwarzpulver nur 270 Liter gasförmige Producte liefert, gemessen bei Normaldruck und -temperatur, beträgt das Gasvolum, welches aus derselben Menge Schiessbaumwolle entsteht, mehr wie das dreifache, nämlich 859 Liter (wobei das Wasser als permanentes Gas angenommen ist).

Noch viel beträchtlicher ist der Unterschied in der Verbrennungszeit. Im Pulver legt die Explosionswelle ungefähr 10 m in der Secunde zurück, in der Schiessbaumwolle macht sie einen Weg von 5000—6000 m. 1 kg Pulver verbrennt daher in ca. $^1/_{100}$ Secunde, 1 kg Schiessbaumwolle braucht nur $^1/_{50\,000}$—$^1/_{60\,000}$ Secunde.

Die Ursache dieses Unterschiedes ist leicht zu erkennen. Im Schwarzpulver haben wir eine Mischung von verbrennlichen Stoffen, Schwefel und Kohle, mit der verbrennenden Substanz, dem sauerstoffreichen Salpeter. Wollten wir diese noch so fein pulverisiren und noch so gleichmässig vermischen, es bleibt immer eine mechanische Mischung: unter dem Mikroskop betrachtet, liegen die Theilchen gesondert neben einander. Anders bei den brisanten Sprengstoffen. Das ganze zur Verbrennung nöthige Material ist hier bereits in der Molekel vereinigt. Der ganze zur Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs nöthige Sauerstoff steht jeden Augenblick schon innerhalb der Molekel zur Verfügung. Es gehört nur eine Auslösung, eine Störung des bestehenden Gleichgewichts dazu, um im Innern einer jeden Molekel eine neue Anordnung der Atome hervorzurufen. Mit einem Schlage zerfällt jedes complexe Theilchen der Trinitrocellulose in zahlreiche neue einfachere gasförmige Molekeln.

Zu dieser Auslösung genügt nicht immer eine Entzündung, es gibt Explosivstoffe, die gar nicht im gewöhnlichen Sinne brennbar sind. Eine gewaltige Erschütterung, sei es durch mechanische Kraft, sei es durch sogenannte Initialzündung, mittels einer anderen leicht explodirenden Substanz — und sämmtliche Molekeln zerfallen. Beim alten Pulver eine extramolekulare Verbrennung, wo mehrere Körper in Wechselwirkung treten, beim neuen ein momentaner intramolekularer Zerfall.

Wenn nun diese Brisanz der Explosion für Sprengzwecke erwünscht war, für die Anwedung zu Schiesszwecken lag darin, wie bereits angedeutet, ein grosser Nachtheil. Die brisanten Pulver verursachen einen sehr grossen Kammerdruck in Gewehr und Geschütz. Das Pulver soll aber nicht das Geschoss durch einen einzigen Schlag in

Bewegung setzen, sondern es erst langsam in die Züge des Laufes hineinschieben und dann seine Geschwindigkeit fort und fort verstärken; das Pulver soll nicht momentan verbrennen, sondern innerhalb der ganzen Zeit, wo das Geschoss den Lauf durcheilt; es soll gleichförmig mit der Geschossbewegung, erst relativ langsam, dann immer schneller verbrennen und erst in dem Moment verbrannt sein, wo das Geschoss den Lauf verlässt. Der Gasdruck, der beispielsweise bei der Schiessbaumwolle 10 000 Atmosphären beträgt und bei momentaner Verbrennung die Kammer allein belasten würde, vertheilt sich so auf den ganzen Lauf, was natürlich eine bessere ballistische Ausnützung bei einem Geschütz von gegebenem Gewichte ermöglicht.

Es handelte sich also darum, die Brisanz der Schiessbaumwolle zu mässigen, die Verbrennungszeit den gegebenen Verhältnissen genau anzupassen. Diese Aufgabe ist heute völlig gelöst.

Mehr als 20 Jahre ist es her, dass die Gebrüder Hyatt, Buchdrucker in Newark im Staate New Jersey, es versuchten, die durch die Witterung veränderlichen Leimwalzen, womit die Druckerschwärze auf die Typen gebracht wird, durch andre Stoffe zu ersetzen. Eine Auflösung schwach nitrirter Baumwolle in geschmolzenem Kampher, die Aussicht auf Erfolg zu haben schien, führte sie zu einer werthvollen Erfindung. Die zahlreichen Imitationen von Horn, Elfenbein, Schildpatt, Bernstein, Hartgummi, sogar Leinwand u. s. w., die unter dem Namen Celluloid seit einigen Jahren auf den Markt kommen, zuerst mehr eine Spielerei, heute ein umfangreicher Fabrikations- und Handelsartihel, bestehen aus dieser Mischung.

Diese Verwandlung der Schiessbaumwolle in eine hornähnliche Masse gelingt auf mannigfache Weise. Jedes Lösungsmittel der Schiessbaumwolle eignet sich dazu; wie die ätherisch-alkoholische Lösung die gelatineartige Collodiumschicht auf der photographischen Platte hinterlässt, so vermag der Essigäther, das Aceton und viele andere Flüssigkeiten die Schiessbaumwolle zu gelatiniren. Ja, selbst ohne dass eine eigentliche Lösung stattfindet, quillt sie in diesen Flüssigkeiten auf, ähnlich wie die Stärke in warmem Wasser, verändert dabei völlig ihre Structur und geht in eine homogene, durchscheinende, gallertartige Masse über. Wird das aufgenommene Lösungsmittel durch Auspressen, Ausschleudern oder durch Verdunsten entfernt, so nimmt sie an Consistenz zu und bildet schliesslich eine plastische Gelatine, die man durch Pressen oder Zerschneiden in jede beliebige Form bringen kann. Hierdurch lässt sich der neue Stoff den verschiedensten Bedürfnissen anpassen. Er wird in Würfelform oder in Form von Blättchen wechselnder Dimensionen gebracht, je nachdem die Art des Geschützes oder des Gewehrs und das Kaliber es erfordert, je nachdem eine schnellere oder langsamere Verbrennung gewünscht wird. Zu dem Zweck wird die plastische Masse erst zwischen erwärmten Walzen in lange Tafeln ausgewalzt, die dann

in kleine Würfel von ein oder mehreren Millmetern Dicke oder in dünne viereckige Blättchen zerschnitten werden. Da dies alles auf maschinellem Wege geschieht, so ist die nothwendige Gleichartigkeit der einzelnen Theilchen, die völlige *Uniformität der Körner* gewährleistet. Lässt man das Lösungsmittel schliesslich ganz verdunsten, so hinterbleibt eine elastische, durchscheinende gummi- oder hornähnliche Masse.

Je nachdem man nun die Lösungsmittel mehr oder weniger entfernt, oder je nachdem man noch unwirksame Zusätze, wie Kampher oder andere Stoffe, der Lösung in grösserer oder geringerer Menge zusetzt, hat man es, begreiflich, ganz in der Hand, eine concentrirte oder verdünnte Gelatine herzustellen, den Körper brisant oder phlegmatisch zu gestalten, ihn in einen Sprengstoff oder in ein Treibmittel zu verwandeln. Ja, Alfred Nobel hat die geniale Idee gehabt, als Lösungsmittel selbst einen Sprengstoff anzuwenden. Er war der Erste, der die Schiessbaumwolle mit Nitroglycerin gelatinirte und einen Sprengstoff erhielt, die sogenannte Sprenggelatine, die heute den Dynamit fast vollständig verdrängt hat, da sie sich eben so sicher handhaben lässt, aber bei Weitem wirksamer ist. Die Verhältnisse von Schiessbaumwolle zu Nitroglycerin kann man hierbei in weiten Grenzen ändern. Gelatine mit 90 Procent Nitroglycerin zeichnet sich durch ungeheure Sprengwirkung aus, und umgekehrt ist es Nobel gelungen, Schiessbaumwolle mit sehr wenig Nitroglycerin zu gelatiniren und dabei das sogenannte Nobelpulver zu gewinnen, das sich zu Schiesszwecken vortrefflich eignet; ja, gerade das Nitroglycerin hat sich als ein ausgezeichnetes Gelatinirungsmittel herausgestellt.

Mit einem solchen von J. N. Heidemann verbesserten Nobelpulver, genannt „C/89", sind sowohl bei Krupp, wie im Grusonwerk ausgedehnte systematische Schiessversuche angestellt worden, die zu den glänzendsten Resultaten geführt haben. Es ist nicht zuviel behauptet, dass die mit Nitroglycerin gelatinirte Schiessbaumwolle die Herstellung eines Pulvers ermöglicht, das in Bezug auf seine ballistischen Eigenschaften das Ideal eines artilleristischen Treibmittels verwirklicht.

Man hat es natürlich auch hier in der Hand, durch unwirksame Zusätze, die man gleichzeitig in Lösung bringt, die Brisanz in dem Maasse zu mindern, dass man das Pulver jeder bestimmten Waffengattung genau anpassen kann und man darf heute sagen, dass die Chemie des rauchlosen Pulvers so weit vorgeschritten ist, dass innerhalb gewisser Grenzen für ein bestimmtes Gewehr das zugehörige Pulver construirt werden kann. Sind die ballistischen Elemente gegeben, der Kammerraum, der Gasdruck, die Anfangsgeschwindigkeit und das Gewicht des Geschosses, so muss der Chemiker im Stande sein, ein Pulver zu construiren, das auf den Meter genau die Bedingungen erfüllt.

Es kommt demnach heute weniger darauf an, in einem gegebenen Falle ein principiell neues Pulver herzustellen, als vielmehr mit den jetzt zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln dasjenige Pulver zu construiren, das die ballistischen Forderungen der betreffenden Waffe möglichst genau erfüllt. Dazu gehört natürlich die genauste Kenntniss der chemischen Eigenschaften aller hier in Betracht kommenden chemischen Verbindungen. Da diese sämmtlich der organischen Chemie angehören, und zwar einem Gebiet derselben, das keineswegs zu den erschlossenen gehört, so ist es kein Wunder, dass die Feuerwerker, welche bisher mit Kohle, Schwefel und Salpeter auskamen, hier nicht mehr zu folgen im Stande sind oder gar die Führung zu übernehmen. Die *ersten* Kräfte sind dazu berufen, hier einzugreifen und die *wissenschaftliche* Forschung in den Dienst der Kriegskunst zu stellen.

So hat denn die Aera des neuen Pulvers begonnen; kein Culturstaat kann sich dieser gewaltigen Umwandlung entziehen, die hier vor unseren Augen vor sich geht. Schon hat es in dem mörderischen Bruderkriege der chilenischen Republik seine Feuertaufe erhalten; ja selbst die Wilden des dunklen Erdtheils haben seine — allerdings etwas einseitige — Bekanntschaft gemacht. Schon hat sich die Kriegstaktik den neuen rauchlosen Verhältnissen anpassen müssen, die militärischen Feldübungen haben ein anderes Aussehen erhalten, und welche Ueberraschungen stehen uns bevor, wenn einmal ein Völkerkrieg die Probe auf das Exempel machen und Rechenschaft fordern sollte von den Leistungen der Chemie in der Kriegskunst! Wehe dem Staate, der in diesem Wettstreite der angewandten Naturwissenschaften zurückbleibt!

So wenig aber, wie die Erfindung des *alten Pulvers* hemmend auf den Fortschritt der Cultur eingewirkt hat, so wenig wird es das *neue Pulver* thun können; wir dürfen im Gegentheil versichert sein, dass eine jede Vervollkommnung in der Kriegskunst einen Fortschritt der Cultur bedeutet. Nur im Frieden können die Wissenschaften, können die Künste gedeihen; für den Frieden aber ist die beste Gewähr ein gerüstetes Heer: Si vis pacem, para bellum.

Meteorologische Arbeiten.

Das meteorologische Comité erlitt in diesem Jahre abermals einen schweren Verlust durch den Tod seines ältesten und unermüdlichen Mitgliedes Herrn Gottlieb Bansa. An Stelle des nach Berlin übergesiedelten Herrn Sanitätsrath Dr. Libbertz trat Herr Dr. Petersen in dasselbe ein. Den Vorsitz führte Herr Dr. Ziegler.

Die astronomischen Beobachtungen auf dem Paulsthurm zur Zeitbestimmung wurden von Herrn Prof. Dr. Krebs mit Unterstützung des Herrn Gustav Schlesicky ausgeführt.

Die meteorologischen Termin-Beobachtungen um 6, 2 und 10 Uhr, diejenigen um 8 Uhr Morgens, die Simultanbeobachtungen um 12 Uhr 35 Minuten Mittags, die allgemeinen und die Beobachtungen an den selbstaufzeichnenden Apparaten führte Herr G. Perlenfein aus, diejenigen des Mainwasserstandes die Herren G. Bansa und Leonhardt, die des Grundwassers die Herren Direktor Schiele, Hospitalmeister Reichard und Dr. Ziegler, welcher auch die Schnee-Höhe und -Decke, sowie die Vegetationszeiten beobachtete.

Auch die Niederschlagsbeobachtungen in der Umgegend wurden in gleichem Umfange wie bisher fortgeführt. In Falkenstein fanden dieselben jedoch in Folge von Personenwechsel leider eine längere Unterbrechung. Vom 11. December 1891 an hat Herr Dr. B. Engelbrecht die Beobachtungen übernommen. Die selbstaufzeichnenden Regenmesser bedurften öfters der Reparatur.

Die Ergebnisse der verschiedenen Beobachtungen wurden einerseits schriftlich nach Berlin und Hamburg, bezw. Washington eingesandt, andererseits in den gedruckten Tabellen, sowie täglich in den Zeitungen veröffentlicht, die bis Ende September von Herrn Prof. Krebs, seitdem von Herrn Dr. Nippoldt aufgestellte tägliche Wettervorhersage in der „Frankfurter Zeitung.“ Die Wetterkarten der Seewarte wurden täglich ausgehangen.

Jahres-Uebersicht
der meteorologischen Beobachtungen zu Frankfurt am Main 1891.

Mittlerer Luftdruck		753·0 mm
Höchster beobachteter Luftdruck	am 20. December	771·0 „
Niedrigster „ „	„ 13. „	731·1 „
Mittlere Lufttemperatur		9·0 °C.
Höchste beobachtete Lufttemperatur	am 1. Juli	32·2 „
Niedrigste „ „	„ 16. Januar	—13·3 „
Höchstes Tagesmittel der Lufttemperatur	„ 1. Juli	24·4 „
Niedrigstes „ „ „	„ 16. Januar	—10·3 „
Mittlere absolute Feuchtigkeit		7·1 mm
„ relative „		78 °/o
Höhensumme der atmosphärischen Niederschläge		628·8 mm
Mittlerer Wasserstand des Mains		112 cm
Höchster „ „ „	am 11. April	161 „
Niedrigster „ „ „	„ 1., 2. u. 3. Januar	—5 „
Zahl der Tage mit Niederschlag		188
„ „ „ „ Regen		164
„ „ „ „ Schnee		32
„ „ „ „ Hagel		6
„ „ „ „ Thau		55
„ „ „ „ Reif		50
„ „ „ „ Nebel		25
„ „ „ „ Gewitter		12
„ „ „ „ Sturm		13
„ „ beobachteten*) N-Winde		90
„ „ „ NE „		179
„ „ „ E „		113
„ „ „ SE „		24
„ „ „ S „		85
„ „ „ SW „		333
„ „ „ W „		104
„ „ „ NW „		41
„ „ „ Windstillen		126
Mittlere Windstärke (0 bis 6)		1·1

*) Drei Beobachtungen täglich.

Niederschlagsbeobachtungen in der Umgebung von Frankfurt am Main im Jahre 1891.

Monats- und Jahressummen.

Wasserhöhe in Millimetern.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
***Falkenstein** im Taunus.* Heilanstalt. 8° 29′ ö. L. v. Gr., 50° 11′ n. Br., 410 m. Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Dr. B. Engelbrecht.												
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	73·8	...
***Gr. Feldberg** im Taunus.* 8° 28′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 880 m. Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Gastwirth J. G. Ungeheuer.												
56·5	2·1	68·9	77·1	75·5	89·1	75·8	58·6	17·6	69·6	60·2	87·3	738·3
***Fischborn** am Vogelsberg.* 9° 18′ ö. L. v. Gr., 50° 23′ n. Br., 343 m. Hellmann'scher Regenmesser M. 1886, 1·5 m. Beobachter: Tiefbauamt.												
64·1	7·4	88·8	51·1	88·0	114·9	99·7	69·3	50·0	44·0	58·0	114·7	850·0
***Flörsheim (Raunheim)** am Main.* Kanalschleuse II. 8° 27′ ö. L. v. Gr., 50° 1′ n. Br., 90 m. Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·00 m. Beobachter: Schleusen- und Wehrmeister Schülbe.												
12·7	1·3	43·9	39·1	56·9	97·0	55·2	37·3	32·4	66·7	62·3	56·2	561·0
Frankfurt am Main. Botanischer Garten. 8° 41′ ö. L. v. Gr., 50° 7′ n. Br., 102 m. Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Stiftsgärtner G. Perlenfein.												
32·8	1·5	50·8	43·4	64·6	127·2	53·2	42·5	37·6	59·3	52·0	63·9	628·8

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

Frankfurt am Main.
Hochbehälter der Wasserleitung an der **Friedberger Warte.**
8° 42′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., 146 m.
Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

22·5	1·6	43·6	26·6	49·6	97·2	57·7	40·0	38·4	54·4	46·6	42·3	520·5

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

28·1	2·8	46·6	43·6	59·0	103·0	67·4	43·5	31·0	66·7	52·3	47·5	591·5

Frankfurt am Main.
Lagerplatz des Tiefbauamtes an der **Gutleutstrasse.**
8° 40′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 97 m.
Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

6·9	1·2	23·0	26·3	49·3	103·8	54·4	30·3	29·5	49·2	44·6	36·4	454·9

Frankfurt am Main.
Kanalschleuse V. bei Niederrad.
8° 39′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 97 m.
Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·45 m. Beobachter: Schleusenmeister **Kerschke.**

12·1	1·1	35·0	42·0	49·8	93·5	61·9	34·3	27·5	49·9	47·4	41·7	496·2

Frankfurt am Main.
Pumpstation der Grundwasserleitung am **Ober-Forsthaus.**
8° 39′ ö. L. v. Gr., 50° 4′ n. Br., 103 m.
Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

22·7	0·8	37·9	44·5	54·7	97·7	44·3	[3·5]	[24·0]	26·6	49·3	44·0	[450·0]

Frankfurt am Main.
Lagerplatz des Tiefbauamtes an der **Ostendstrasse.**
8° 42′ ö. L. v. Gr., 50° 7′ n. Br., 96 m.
Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

. . .	. . .	39·8	37·3	48·5	89·3	38·0	26·8	26·7	44·4	[27 0]	. . .	[377·8]

Friedberg an der Usa.
Burg.
8° 45′ ö. L. v. Gr., 50° 21′ n. Br., 160 m.
Regenmesser 1·5 m. Beobachter: Seminarlehrer Dr. **Heid.**

33·3	2·4	54·6	38·8	67·6	118·0	76·8	34·3	20·6	44·2	34·6	51·5	576·7

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
***Gassen** an der Bieber, im Spessart.* 9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 10′ n. Br.. 203 m. Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Link.**												
63·2	4·9	95·1	60·0	74·9	98·7	76·0	61·5	54·2	41·8	60·2	110·9	801·4
***Gelnhausen** an der Kinzig.* 9° 11′ ö. L. v. Gr., 50° 12′ n. Br., 139 m. Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**												
40·2	3·7	54·4	48·1	55·1	79·7	62·9	60·6	35·6	49·2	47·9	73·6	611·0
***Herchenhain** auf dem Vogelsberg.* 9° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 29′ n. Br., 638 m. Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·5 m. Beobachter: Bürgermeister **Seb. Weidner.**												
74·8	15·0	98·9	75·2	58·6	165·9	111·2	60·0	24·6	28·3	92·5	114·6	919·6
***Höchst** am Main.* **Kanalschleuse** IV. 8° 33′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 94 m. Regenmesser, M. d. Seew., 2·55 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Seltenheim.**												
19·1	1·9	43·1	42·0	40·7	105·6	65·2	45·3	31·5	61·3	50·1	55·8	561·6
***Homburg** v. d. H. im Taunus.* 8° 37′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 155 m. Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Brunnenmeister **Johs. Landvogt.**												
42·4	0·5	58·9	47·2	59·6	105·2	83·3	56·9	20·8	58·2	48·3	87·8	669·1
***Idstein** an der Wörsbach, im Taunus.* 8° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 13′ n. Br., 275 m. Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Ingenieur **Karl Wagener.**												
38·5	2·9	43·9	55·4	59·0	137·1	53·4	63·7	35·0	54·5	34·5	73·5	651·4
***Kassel-Grund** im Spessart.* 9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 11′ n. Br., 310 m. Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·5 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**												
62·6	6·5	105·4	59·8	79·9	133·9	87·0	59·1	56·5	44·6	61·8	119·5	876·6
***Kostheim (Bischofsheim)** am Main.* **Kanalschleuse** I. 8° 19′ ö. L. v. Gr., 50° 0′ n. Br., 88 m. Regenmesser, M. d. Seewarte, 1·78 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Gottschalk.**												
13·7	2·1	38·8	38·8	48·5	111·6	32·5	46·8	32·2	63·7	49·4	59·8	537·9

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
***Mainz* am *Rhein*.** 8° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 0′ n. Br., 85 m. Regenmesser, Münchener M., 1·5 m. Beobachter: Pr.-L. **W. v. Reichenau.**												
17·9	1·0	39·8	36·3	44·7	117·5	35·9	36·5	34·4	60·8	52·1	61·9	538·8
***Neuweilnau* an der *Weil*, im *Taunus*.** 8° 24′ ö. L. v. Gr., 50° 19′ n. Br., 350 m. Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: **Aug. Henrici.**												
58·2	5·9	71·6	61·1	59·4	130·7	72·7	50·8	34·5	61·0	33·8	80·9	720·6
***Obermüller* an der *Bieber*, im *Spessart*.** 9° 23′ ö. L. v. Gr., 50° 9′ n. Br., 319 m. Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·50 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**												
93·2	5·6	86·4	64·5	72·7	106·1	87·0	101·0	48·9	49·2	70·4	116·3	901·3
***Ober-Reifenberg* im *Taunus*.** 8° 26′ ö. L. v. Gr., 50° 15′ n. Br., 600 m. Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Kgl. Förster **A. Ubach.**												
52·8	2·7	94·6	86·9	78·1	123·1	79·9	59·1	39·0	68·9	50·4	79·5	815·0
***Okriftel* (*Kelsterbach*) am *Main*.** **Kanalschleuse III.** 8° 31′ ö. L. v. Gr., 50° 3′ n. Br., 106 m. Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·63 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Harwardt.**												
20·5	3·1	41·8	41·9	46·4	88·7	57·6	56·1	31·8	61·2	52·4	52·7	554·2
***Orb* im *Spessart*.** 9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 181 m. Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·1 m. Beobachter: **Karl Seese** und **A. Koch.**												
57·5	5·0	88·0	50·2	71·3	93·6	93·2	59·9	50·6	41·8	48·3	124·8	784·2
***Saalburg* bei *Homburg* im *Taunus*.** **Forsthaus.** 8° 34′ ö. L. v. Gr., 50° 16′ n. Br., 418 m. Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1 m. Beobachter: **W. Burkhardt.**												
71·3	3·5	100·6	79·8	67·5	113·8	82·2	59·0	36·9	66·9	55·4	109·2	846·1
***Salz* am *Vogelsberg*.** 9° 22′ ö. L. v. Gr., 50° 26′ n. Br., 385 m. Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Bürgermeister **Muth.**												
60·2	10·5	98·8	64·6	85·6	133·0	82·9	58·1	45·1	51·3	58·2	132·7	881·0

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr

***Schlierbach** an der Bracht, am Vogelsberg.*
9° 18′ ö. L. v. Gr., 50° 18′ n. Br., 161 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·05 m. Beobachter: **Wörner.**

65·8	5·8	105·0	58·5	45·6	112·1	155·9	68·4	55·6	47·3	55·1	136·0	911·1

***Schmitten** an der Weil, im Taunus.*
8° 27′ ö. L. v. Gr., 50° 16′ n. Br., 450 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1·35 m. Beobachter: Lehrer **Fr. Reinhard.**

73·5	5·7	91·3	80·3	86·8	135·5	71·7	68·2	21·6	77·0	45·7	(100·5)	857·8

***Soden** am Taunus.*
8° 30′ ö. L. v. Gr., 50° 9′ n. Br., (150) m.
Dove'scher Regenmesser 2 m. Beobachter: Lehrer **K. Presber.**

36·7	2·2	76·1	71·1	73·0	111·2	87·1	57·0	39·0	66·4	61·1	89·0	769·9

***Staufen** im Taunus.*
Villa v. Reinach.
8° 25′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., 405 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Förster **W. Horn.**

46·0	2·9	71·9	58·3	67·4	134·8	76·3	46·8	32·2	65·8	62·0	72·7	737·1

***Treisberg** im Taunus.*
8° 26′ ö. L. v. Gr., 50° 18′ n. Br., 550 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1·6 m. Beobachter: Lehrer **Ph. Müller.**

51·3	3·9	65·7	54·6	66·9	139·9	73·5	46·8	17·9	59·4	44·6	73·1	697·6

***Wiesbaden** am Taunus.*
8° 13′ ö. L. v. Gr., 50° 5′ n. Br., 111 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Konservator **August Römer.**

32·0	2·3	58·5	46·8	53·2	138·4	67·9	33·3	42·5	64·7	60·8	84·1	684·5

***Wirtheim** an der Kinzig.*
9° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 13′ n. Br., 135 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·25 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

52·2	4·9	79·4	52·5	70·0	101·6	74·8	63·2	51·9	48·2	52·1	117·0	767·8

Vegetationszeiten in Frankfurt am Main

beobachtet von Dr. Julius Ziegler im Jahre 1891.

Bo. s. = Blattoberfläche sichtbar; *e. Bth.* = erste Blüthe offen; *Vbth.* = Vollblüthe, über die Hälfte der Blüthen offen; *e. Fr.* = erste Frucht reif; *a. Fr.* = allgemeine Fruchtreife, über die Hälfte der Früchte reif; *a. Lbv.* = allgemeine Laubverfärbung, über die Hälfte der Blätter verfärbt; *a. Lbf.* = allgemeiner Laubfall, über die Hälfte der Blätter abgefallen. Die eingeklammerten Angaben sind nur annähernd genau. Die zur Vergleichung dienenden Mittel sind aus den 24 Jahren 1867 bis 1890 berechnet.

Monat	Tag	Name der Pflanze	Vegetations-Stufe	Abweichung vom Mittel. Tage voraus	zurück
Februar	28	Corylus Avellana, Haselnuss	*e. Bth.*	..	26
März	14	Cornus mas, gelber Hartriegel	*e. Bth.*	..	1
	(15)	Galanthus nivalis, Schneeglöckchen	*e. Bth.*	..	(18)
	(20)	Leucojum vernum, Frühlingsknotenblume	*e. Bth.*	..	(17)
	24	Crocus luteus, gelber Safran	*e. Bth.*	..	19
April	8	Anemone nemorosa, Windröschen	*e. Bth.*	..	12
	22	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*Bo. s.*	..	18
	23	Prunus Armeniaca, Aprikose	*e. Bth.*	..	18
	23	Ribes rubrum, Johannisbeere	*e. Bth.*	..	16
	27	Prunus avium, Süsskirsche	*e. Bth.*	..	16
	28	Prunus spinosa, Schlehe	*e. Bth.*	..	16
	29	Persica vulgaris, Pfirsich	*e. Bth.*	..	15
	29	Ribes rubrum, Johannisbeere	*Vbth.*	..	12
Mai	1	Pyrus communis, Birne	*e. Bth.*	..	15
	1	Prunus avium, Süsskirsche	*Vbth.*	..	12
	2	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde	*Bo. s.*	..	11
	3	Persica vulgaris, Pfirsich	*Vbth.*	..	12
	3	Pyrus Malus, Apfel	*e. Bth.*	..	9
	4	Pyrus communis, Birne	*Vbth.*	..	9
	6	Vitis vinifera, Weinrebe	*Bo. s.*	..	11
	7	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*e. Bth.*	..	9
	7	Syringa vulgaris, Syringe	*e. Bth.*	..	9
	9	Pyrus Malus, Apfel	*Vbth.*	..	2
	13	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*Vbth.*	..	3
	13	Syringa vulgaris, Syringe	*Vbth.*	..	3
	27	Sambucus nigra, Hollunder	*e. Bth.*	..	5

Monat	Tag	Name der Pflanze	Vegetations-Stufe	Abweichung vom Mittel. Tage voraus	zurück
Juni	(7)	Atropa Belladonna, Tollkirsche	*e. Bth.*	. .	(11)
	14	Sambucus nigra, Hollunder	*Vbth.*	. .	4
	15	Prunus avium, Süsskirsche	*e. Fr.*	. .	6
	25	Ribes rubrum, Johannisbeere	*e. Fr.*	. .	8
	27	Vitis vinifera, Weinrebe	*e. Bth.*	. .	13
	28	Castanea vesca, zahme Kastanie	*e. Bth.*	. .	9
Juli	2	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . .	*e. Bth.*	. .	9
	3	Lilium candidum, weisse Lilie	*e. Bth.*	. .	9
	3	Castanea vesca, zahme Kastanie	*Vbth.*	. .	6
	(4)	Vitis vinifera, Weinrebe	*Vbth.*	. .	(8)
	8	Lilium candidum, weisse Lilie	*Vbth.*	. .	7
	8	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . . .	*Vbth.*	. .	7
	(10)	Prunus avium, Süsskirsche	*a. Fr.*	. .	(14)
	(12)	Ribes rubrum, Johannisbeere.	*a. Fr.*	. .	(11)
	14	Catalpa syringaefolia, Trompetenbaum .	*e. Bth.*	. .	11
	18	Prenanthes purpurea, Hasenlattich . . .	*e. Bth.*	. .	(7)
	20	Catalpa syringaefolia, Trompetenbaum .	*Vbth.*	. .	7
August	1	Sambucus nigra, Hollunder	*e. Fr.*	4	. .
	(24)	Aster Amellus, Sternblume	*e. Bth.*	. .	(12)
	29	Colchicum autumnale, Herbstzeitlose . .	*e. Bth.*	. .	1
	(29)	Sambucus nigra, Hollunder	*a. Fr.*	. .	(2)
Septbr.	(14)	Vitis vinifera, Weinrebe	*e. Fr.*	. .	(12)
	15	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*e. Fr.*	. .	2
	(17)	Colchicum autumnale, Herbstzeitlose . .	*Vbth.*	. .	(6)
	27	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Fr.*	0	0
Oktbr.	(15)	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Lbv.*	(3)	. .
	(16)	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . . .	*a. Lbv.*	(1)	. .
	(20)	Vitis vinifera, Weinrebe	*a. Lbv.*	(0)	(0)
	(25)	Prunus avium, Süsskirsche	*a. Lbv.*	. .	(2)
	(25)	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Lbf.*	. .	(5)
Novbr.	(5)	Vitis vinifera, Weinrebe	*a. Fr.*	. .	(18)

Tabelle der Grundwasser-Schwankungen in Frankfurt am Main im Jahre 1891.

Höhe des Wasserstandes über dem Nullpunkt des Mainpegels in Centimetern.

Ort der Brunnen	Gutleutstrasse 204 (Südlich.) *Dir. Schiele.*	Gutleutstrasse 204 (Nördlich.) *Dir. Schiele.*	Stiftstr. 30 Bürgerhosp. *Hapm. Reichard.*	Feldstrasse 8. *Dr. Julius Ziegler.*
Höhe des Terrains über dem Nullpunkt des Mainpegels.	593	642	1121	1292
Höhe der Sohle des Brunnens über dem Nullpunkt des Mainpegels.	—144	—301	—16	+905
5. Januar	93	99	569	
12. „	94	93	563	
19. „	90	98	557	Brunnen leer.
26. „	85	99	557	
2. Februar	81	98	556	
9. „	78	99	555	
16. „	75	93	554	
23. „	72	96	**552**	
2. März	68	95	**552**	
9. „	66	95	**552**	
16. „	65	93	554	
23. „	**64**	**92**	554	
30. „	**64**	**92**	555	
6. April	66	95	559	
13. „	71	97	566	
20. „	78	101	573	**912**
27. „	84	105	575	913
4. Mai	89	108	574	920
11. „	96	109	575	920
18. „	102	111	574	920
25. „	106	114	575	[illegible]

8. „	112	117	578	920
15. „	114	118	581	919
22. „	117	119	584	919
29. „	124	123	596	923
6. Juli	128	126	**619**	937
13. „	129	127	606	**939**
20. „	129	128	599	**939**
27. „	**131**	**129**	595	938
3. August	130	126	593	933
10. „	130	124	587	927
17. „	128	121	584	923
24. „	127	120	582	918
31. „	126	119	577	915
7. September	124	116	575	914
14. „	123	115	572	913
21. „	122	113	572	**912**
28. „	121	111	569	Brunnen leer.
5. Oktober	120	110	567	
12. „	120	109	568	
19. „	119	105	565	
26. „	119	. . .	560	
2. November	117	99	558	
9. „	117	101	560	
16. „	117	102	563	
23. „	118	103	562	
30. „	118	104	562	
7. December	119	105	560	
14. „	120	107	563	
21. „	119	108	560	
28. „	120	111	568	
Grösste Differenz im ganzen Jahre	67	37	67	27

Inhalt.

Gat
Nun

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

...chtig 9ʰ p		Schneehöhe 9ʰ a cm	Schneedecke 12ʰ m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
80	. . . . .	. . .	. . .	—5	. . . .	1
91	. . . . .	. . .	. .	—5	. . . .	2
00	. . . . .	. . .	. . .	—5	∞ a-p.	3
85	4a-1½ p,	. . .	. . .	10	. . . .	4
86	½-6½ p.	. . .	. . .	0	. . . .	5
77	. . . . .	. . .	. . .	10	. . . .	6
90	. . . . .	0	(Schd)	12	. . . .	7
91	. . . . .	(1)	Schnd	25	. . . .	8
83	. . . . .	1	Schnd	25	. . . .	9
81	. . . . .	(1)	Schnd	40	. . . .	10
86	. . . . .	(1)	(Schd)	50	. . . .	11
96	p, ≡⁰ 3.	(1)	Schnd	45	∾⁰ p.	12
81	. . . . .	(1)	(Schd)	30	. . . .	13
78	p.	(1)	(Schd)	25	. . . .	14
74	. . . . .	(1)	(Schd)	25	. . . .	15
86	. . . . .	(1)	(Schd)	30	. . . .	16
79	. . . . .	(1)	(Schd)	30	. . . .	17
85	. . . . .	(1)	(Schd)	35	. . . .	18
95	. . . . .	(1)	(Schd)	40	. . . .	19
96	. . . . .	1	Schnd	40	. . . .	20
89	. . . . .	12	Schnd	40	. . . .	21
96	. . . . .	14	Schnd	35	. . . .	22
96	. . . . .	18	Schnd	35	. . . .	23
84	. . . . .	7	Schnd	25	⌐ш 10-12 p.	24
75	. . . . .	. . .	. . .	50	. . . .	25
92	. . . . .	. . .	. . .	102	. . . .	26
89	. . . . .	. . .	. . .	155	. . . .	27
87	. . . . .	. . .	. . .	85	. . . .	28
98	. . . . .	. . .	. . .	68	. . . .	29
93	. . . . .	. . .	. . .	116	. . . .	30
94	. . . . .	. . .	. . .	82	. . . .	31
88		. . .	(18) Tage.	40 Mittel.		

...rde
2 Mal
2 „
5 „
3 „
0. 2 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
1 - 5. Dec.	—5·0
6 - 10. „	—6·7
11 - 15. „	—1·9
16 - 20. „	—8·1
21 - 25. „	1·3
26 - 30.	1·8

Höchste beobachtete Schneedecke	18 cm am 23.
Höchster Wasserstand des Mains	155 cm am 27.
Niedrigster Wasserstand des Mains	—5 cm am 1., 2. u. 3.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Datum	Schneehöhe 9 h a (cm)	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
1	. . .	. . .	80	. . .	1
2	. . .	. . .	85	. . .	2
3	. . .	. . .	78	. . .	3
4	. . .	. . .	72	. . .	4
5	. . .	. . .	80	. . .	5
6	. . .	. . .	87	. . .	6
7	. . .	. . .	71	. . .	7
8	. . .	. . .	60	. . .	8
9	. . .	. . .	51	. . .	9
10	. . .	. . .	40	. . .	10
11	. . .	. . .	30	. . .	11
12	. . .	. . .	25	. . .	12
13	. . .	. . .	18	. . .	13
14	. . .	. . .	10	. . .	14
15	. . .	. . .	10	. . .	15
16	. . .	. . .	10	. . .	16
17	. . .	. . .	6	. . .	17
18	. . .	. . .	5	. . .	18
19	. . .	. . .	8	. . .	19
20	. . .	. . .	12	. . .	20
21	. . .	. . .	12	. . .	21
22	. . .	. . .	12	. . .	22
23	. . .	. . .	16	. . .	23
24	. . .	. . .	17	. . .	24
25	. . .	. . .	20	. . .	25
26	. . .	. . .	22	. . .	26
27	. . .	. . .	28	. . .	27
28	. . .	. . .	32	. . .	28
Monatsmittel	. . .	0 Tage.	35 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Jan. 31 – 4. Febr.	3·7
5 – 8. „	–0·6
10 – 14. „	–2·2
15 – 19. „	1·1
20 – 24 „	2·3
25 – 1. März	4·4

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	87 cm. am 6.
Niedrigster Wasserstand des Mains	5 cm. am 18.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

ch		Schneehöhe 9 h a cm	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
72						
89	. . . . .	. . .	. . .	36	. . . .	1
89	. . . . .	. . .	. . .	36	. . . .	2
73	. . . . .	. . .	. . .	40	. . . .	3
74	. . . . .	0	. . .	64	. . . .	4
82	. . . . .	. . .	. . .	64	. . . .	5
83	. . . . .	. . .	. . .	60	. . . .	6
82	. . . . .	. . .	. . .	110	. . . .	7
84	. . . . .	. . .	. . .	116	. . . .	8
91	. . . . .	. . .	. . .	108	. . . .	9
	. . . . .	. . .	. . .	134	. . . .	10
80						
75	. . . . .	. . .	. . .	126	. . . .	11
73	. . . . .	. . .	. . .	110	. . . .	12
74	. . . . .	. . .	. . .	114	. . . .	13
89	. . . . .	. . .	. . .	148	Nadelwehr aufgestellt	14
59	. . . . .	. . .	. . .	145	. . . .	15
55	. . . . .	. . .	. . .	144	. . . .	16
69	. . . . .	. . .	. . .	142	. . . .	17
78	. . . . .	. . .	. . .	136	. . . .	18
85	. . . . .	. . .	. . .	130	. . . .	19
	. . . . .	. . .	. . .	136	. . . .	20
82						
78	. . . . .	. . .	. . .	138	. . . .	21
86	. . . . .	. . .	. . .	138	. . . .	22
67	. . . . .	. . .	. . .	136	. . . .	23
90	. . . . .	. . .	. . .	138	. . . .	24
86	. . . . .	. . .	Schnd.	134	. . . .	25
85	¹/₂ - 3¹/₂ p. .	. . .	. . .	130	. . . .	26
70	✳ 6 - 6³/₄ p.	. . .	. . .	133	. . . .	27
77	. . . . .	. . .	. . .	130	. . . .	28
69	. . . . .	. . .	. . .	130	. . . .	29
79	. . . . .	(0)	. . .	130	. . . .	30
	5¹/₂ - 5³/₄ p.	. . .	. . .	136	. . . .	31
78						
		. . .	1 Tag.	115 Mittel.		

...rde
1 Mal
43 „
11 „
5 „
5 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
März 2 - 6.	7·2
7 - 11. „	7·8
12 - 16. „	4·6
17 - 21. „	4·7
22 - 26. „	1·1
27 - 31. „	2·6

Höchste beobachtete Schneedecke	(0) cm am 30.
Höchster Wasserstand des Mains	148 cm. am 14.
Niedrigster Wasserstand des Mains	36 cm. am 1., 2.

ttung
mmer

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 108·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 8·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Datum	gkeit Tagesmittel	Schneehöhe 9 h a cm	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
1	64	...	...	137		1
2	63	...	...	137		2
3	60	...	...	140		3
4	69	...	...	135		4
5	91	...	...	138		5
6	88	...	...	138		6
7	84	...	...	144		7
8	80	...	...	152		8
9	71	...	...	156		9
10	79	...	...	160		10
11	71	...	...	161		11
12	80	...	...	158		12
13	75	...	...	156		13
14	77	...	...	151		14
15	79	...	...	151		15
16	71	...	...	144		16
17	68	...	...	142		17
18	81	...	...	142		18
19	74	...	...	144		19
20	72	...	...	144		20
21	69	...	...	142		21
22	71	...	...	146	T 12·30 - 12·35 p.	22
23	68	...	...	146		23
24	58	...	...	145		24
25	50	...	...	146		25
26	51	...	...	146		26
27	53	...	...	142		27
28	63	...	...	141		28
29	58	...	...	138		29
30	51	...	...	138	9 a - 5 p.	30
Monatsmittel	70	...	0 Tage.	145 Mittel.		

Zahl

U

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
1 - 5. April	4·9
6 - 10. „	6·8
11 - 15. „	5·0
16 - 20. „	6.3
21 - 25. „	8·3
26 - 30	11·8

Höchste beobachtete Schneedecke	....
Höchster Wasserstand des Mains	161 cm. am 11.
Niedrigster Wasserstand des Mains	135 cm. am 4.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9 h a (cm)	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
. . . . .	. . .	. . .	134	. . . .	1
. . . . .	. . .	. . .	132	. . . .	2
. . . . .	. . .	. . .	132	. . . .	3
. . . . .	. . .	. . .	130	. . . .	4
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . .	5
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . .	6
. . . . .	. . .	. . .	126	. . . .	7
. . . . .	. . .	. . .	125	. . . .	8
. . . . .	. . .	. . .	125	⩽° 10-11 p	9
. . . . .	. . .	. . .	130	T 4¼-4¾ p, ⸗ 4·25-4·40 p. . . .	10
. . . . .	. . .	. . .	132	T 2½-2¾ p	11
. . . . .	. . .	. . .	128	T 1-2¼ p.	12
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . .	13
. . . . .	. . .	. . .	130	∞	14
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . .	15
. . . . .	. . .	. . .	130	T° 12¾-1 p.	16
. . . . .	. . .	. . .	130	. . . .	17
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . .	18
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . .	19
. . . . .	. . .	. . .	127	T 9¾-10 p, ⩽² 11¼-12 p.	20
. . . . .	. . .	. . .	122	T° 3¼-3½ p.	21
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . .	22
. . . . .	. . .	. . .	126	. . . .	23
. . . . .	. . .	. . .	126	. . . .	24
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . .	25
. . . . .	. . .	. . .	129	. . . .	26
. . . . .	. . .	. . .	130	. . . .	27
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . .	28
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . .	29
. . . . .	. . .	. . .	129	⩽ 8½-9½ p.	30
. . . . .	. . .	. . .	129	. . . .	31
	. . .	0 Tage.	128 Mittel.		

de
14 Mai
30 „
4 „
3 „
2 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Mai 1 - 5.	15·6
6 - 10. „	14·8
11 - 15. „	16·8
16 - 20. „	9·2
21 - 25 „	13·4
26 - 30. „	13·7

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	134 cm. am 1.
Niedrigster Wasserstand des Mains	122 cm. am 21.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 108·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Datum	Schneehöhe 9 h a (cm)	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
	...	...	129	. . . .	1
1	...	..	129	⊤ 3·51 - 4·35 p	2
2	...	...	127	⊤ 5-5½, 10¼-10½a, 1·53-6 p. . . .	3
3	...	...	127	⚡² 8½—11½ p.	4
4	..	...	130	. . . .	5
5	...	...	131	. . . .	6
6	...	...	130	. . . .	7
7	...	...	132	Ш 10 - 12 p.	8
8	...	...	134	Ш 10 a - 7 p.	9
9	...	...	136	. . . .	10
10					
	...	...	136	. . . .	11
11	...	...	134	. . . .	12
12	...	...	136	. . . .	13
13	...	...	132	. . . .	14
14	...	...	132	. . . .	15
15	...	...	132	. . . .	16
16	...	...	130	. . . .	17
17	...	...	129	. . . .	18
18	...	...	129	⚡ 4·55 p.	19
19	...	...	130	. . . .	20
20					
	...	...	129	. . . .	21
21	...	...	129	. . . .	22
22	...	...	131	. . . .	23
23	...	...	136	. . . .	24
24	...	...	140	⚡ 3½-5 p, ⊤ 11-12 p	25
25	...	...	150	. . . .	26
26	...	...	150	⚡ 1·17-2 p, ⚡² 2¼-3¼ p . . .	27
27	...	...	148	. . . .	28
28	...	...	144	⊤ 11a-12½ p, < 8½-10½ p . . .	29
29	...	...	140	⚡ 2¾-3½ a, ⚡² 6¾-7¼ a, < 9¼-10 p	30
30					
Mona mitt	...	0 Tage.	134 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Mai 31 - 4. Juni	16·8
5 - 9. „	15·8
10 - 14 „	11·5
15 - 19. „	13·8
20 - 24. „	17·0
25 - 29.	20·6

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	150 cm. am 26. u. 27.
Niedrigster Wasserstand des Mains	127 cm. am 3. u. 4.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9h a	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains	Anmerkungen	Datum
	cm		cm		
. . . .	. . .	. . .	136	. . . .	1
. . . .	. . .	. . .	134	. . . .	2
. . . .	. . .	. . .	132	↯ 9½ - 10¼ p.	3
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	4
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	5
, 10 - 11 p. . .	. . .	. . .	135	. . . .	6
. . . .	. . .	. . .	135	. . . .	7
. . . .	. . .	. . .	138	. . . .	8
▶ 12·45 - 12·53 p.	. . .	. . .	140	T 11¼ - 11½ a, ↯ 12½ - 2¼ p. . . .	9
. . . .	. . .	. . .	146	. . . .	10
. . . .	. . .	. . .	146	. . . .	11
. . . .	. . .	. . .	142	. . . .	12
. . . .	. . .	. . .	142	. . . .	13
. . . .	. . .	. . .	140	. . . .	14
. . . .	. . .	. . .	139	. . . .	15
. . . .	. . .	. . .	139	. . . .	16
. . . .	. . .	. . .	138	. . . .	17
. . . .	. . .	. . .	138	. . . .	18
. . . .	. . .	. . .	138	. . . .	19
. . . .	. . .	. . .	134	. . . .	20
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	21
. . . .	. . .	. . .	134	T 2·38 a, T 3¼ - 4 p.	22
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	23
. . . .	. . .	. . .	128	↯ 4¼ - 4¾ p.	24
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	25
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	26
⊗° 9¼ - 9½ p.	. . .	. . .	129	↯ 7½ - 8¼ p, ↯ 9½ - 10½ p. . . .	27
. . . .	. . .	. . .	127	T 3¼ - 4 p.	28
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	29
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	30
. . . .			132	. . . .	31
	. . .	0 Tage.	135 Mittel.		

wurde
S 5 Mal
SW 34 „
W 23 „
NW 5 „
lle 6 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Juni 30 – 4. Juli	21·3
5 – 9. „	16·0
10 – 14 „	15·8
15 – 19. „	19·0
20 – 24. „	17.7
25 – 29	16·8

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	146 cm. am 10. u. 11.
Niedrigster Wasserstand des Mains	127 cm. am 28.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Schneehöhe 9 h a (cm)	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
. . .	. . .	132	T 10¾ - 11¼ a, T 2¾ - 4½ p.	1
. . .	. . .	128		2
. . .	. .	127		3
. . .	. . .	126		4
. . .	. . .	130	T 11½ - 11¾ a.	5
. . .	. . .	128		6
. . .	. . .	126		7
. . .	. . .	126		8
. . .	. . .	126		9
. . .	. . .	124		10
. . .	. . .	125		11
. . .	. . .	126		12
. . .	. . .	128		13
. . .	. . .	128		14
. . .	. .	132	[< 5¾ - 6¼ p. < 8 - 10½ p.	15
. . .	. . .	132		16
. . .	. . .	128		17
. . .	. . .	127	T 11 - 11¾ p.	18
. . .	. . .	128	[< 3½ - 4 p.	19
. . .	. . .	132		20
. . .	. . .	130	⁓ 12 - 6 p.	21
. . .	. . .	128		22
. . .	. . .	128		23
. . .	. . .	126		24
. . .	. . .	130		25
. . .	. . .	130		26
. . .	. . .	128		27
. . .	. . .	126		28
. . .	. . .	124		29
. . .	. . .	125		30
. . .	. . .	125		31
. . .	0 Tage.	128 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Juli 30 - 3. Aug.	15·5
4 - 8. „	14·3
9 - 13. „	16·3
14 - 18. „	18·2
19 - 23. „	16·0
24 - 28. „	17·4
29 - 2. Sept.	17·3

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	132 cm. am 1. 15. 16. 20
Niedrigster Wasserstand des Mains	124 cm. am 10. 29.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. . . . .	. . .	. . .	124	. . . . .	1
. . . . .	. . .	. . .	126	. . . . .	2
. . . . .	. . .	. .	124	T° 7¾ - 8¾ p., ⚡ 9 - 10½ p.	3
. . . . .	. . .	. .	126	T° 12¾ - 1¼ p.	4
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . . .	5
. . . . .	. . .	. . .	130	. . . . .	6
. . . . .	. . .	. . .	130	. . . . .	7
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . . .	8
. . . . .	. . .	. . .	128	. . . . .	9
. . . . .	. . .	. . .	124	. . . . .	10
. . . . .	. . .	. . .	124	. . . . .	11
. . . . .	. . .	. . .	124	. . . . .	12
. . . . .	. . .	. . .	125	∞° a.	13
. . . . .	. . .	. . .	125	. . . . .	14
. . . . .	. . .	. . .	125	. . . . .	15
. . . . .	. . .	. . .	125	. . . . .	16
. . . . .	. . .	. . .	120	. . . . .	17
. . . . .	. . .	. . .	126	. . . . .	18
. . . . .	. . .	. . .	122	. . . . .	19
. . . . .	. . .	. . .	120	. . . . .	20
. . . . .	. . .	. . .	126	. . . . .	21
. . . . .	. . .	. . .	124	. . . . .	22
. . . . .	. . .	. . .	124	. . . . .	23
. . . . .	. . .	. . .	124	. . . . .	24
. . . . .	. . .	. . .	125	. . . . .	25
. . . . .	. . .	. . .	124	. . . . .	26
. . . . .	. . .	. . .	124	. . . . .	27
. . . . .	. . .	. . .	127	. . . . .	28
. . . . .	. . .	. . .	125	∞¹ a.	29
. . . . .	. . .	. . .	127	. . . . .	30
	. . .	0 Tage.	125 Mittel.		

urde
9 Mal
29 „
4 „
2 „
10 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
3 - 7. Sept.	16·9
8 - 12. „	16·1
13 - 17 „	16·4
18 - 22. „	14·6
23 - 27 „	11·5
28 - 2. Oct.	13·1

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	130 cm. am 6. 7.
Niedrigster Wasserstand des Mains	120 cm. am 17. 20.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Schneehöhe 9 h a (cm)	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
...	...	124		1
...	...	122		2
...	...	122		3
...	...	123		4
...	...	127		5
...	...	121	∞ a.	6
...	...	122		7
...	...	124		8
...	...	126		9
...	...	121		10
...	...	125		11
...	...	125		12
...	...	124		13
...	...	123		14
...	...	122		15
...	...	124		16
...	...	121		17
...	...	124		18
...	...	124		19
...	...	124		20
...	...	121		21
...	...	121		22
...	...	124		23
...	...	124		24
...	...	122		25
...	...	124		26
...	...	124		27
...	...	126		28
...	...	128		29
...	...	126		30
		122		31
...	0 Tage.	124 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Sept. 30 – 4. Oct.	12·1
5 – 9. „	12·5
10 – 14 „	13·2
15 – 19. „	11·7
20 – 24. „	11·2
25 – 29	3·8

Höchste beobachtete Schneedecke	....
Höchster Wasserstand des Mains	128 cm. am 29.
Niedrigster Wasserstand des Mains	121 cm. am 6.10.17.21.22.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

…cht …h		Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
88	. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	1
85	. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	2
84	. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	3
81	. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	4
81	. . . .	. . .	. . .	120	. . . .	5
84	. . . .	. . .	. . .	120	. . . .	6
83	. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	7
83	. . . .	. . .	. . .	120	. . . .	8
78	. . . .	. . .	. . .	120	. . . .	9
84	. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	10
83						
90	. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	11
97	. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	12
96	. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	13
91	. . . .	. . .	. . .	120	. . . .	14
86	. . . .	. . .	. . .	120	. . . .	15
92	. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	16
85	. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	17
93	. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	18
96	. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	19
	. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	20
94						
94	. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	21
67	. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	22
94	. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	23
94	. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	24
94	. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	25
85	. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	26
91	. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	27
90	. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	28
96	. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	29
	. . . .	. . .	. . .	129	. . . .	30
89		. . .	0 Tage.	124 Mittel.		

…de
. 2 6 Mal
24 „
1 „
1 „
24 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
2 – 6. Nov.	1·2
7 – 11 „	2·4
12 – 16 „	6·7
17 – 21. „	8·1
22 – 26 „	2·4
27 – 1. Dez.	1·6

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	129 cm. am 30.
Niedrigster Wasserstand des Mains	120 cm. am 5.6.8.9.14.15.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Datum	Schneehöhe 9h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
1	. . .	. . .	129	. . .	1
2	. . .	. . .	128	. . .	2
3	. . .	. . .	126	. . .	3
4	. . .	. . .	125	. . .	4
5	. . .	. . .	125	. . .	5
6	. . .	. . .	125	. . .	6
7	. . .	. . .	126	ϟ 8½ - 8¾ p, ⸦ш 8 - 12 p.	7
8	. . .	. . .	126	⸦ш 12 n - 7 a.	8
9	. . .	. . .	122	. . .	9
10	. . .	. . .	126	⸦ш 6 - 12 p.	10
11	. . .	. . .	128	T 6¾ - 7 a, ⸦ш 12 - 2 a	11
12	. . .	. . .	128	. . .	12
13	. . .	. . .	129	⸦ш 4 - 5½ p.	13
14	. . .	. . .	130	. . .	14
15	. . .	. . .	130	. . .	15
16	. . .	. . .	134	. . .	16
17	. . .	. . .	142	⸦ш 2 - 5 a.	17
18	. . .	. . .	154	. . .	18
19	. . .	. . .	158	. . .	19
20	. . .	. . .	154	. . .	20
21	. . .	. . .	108	Nadelwehr umgelegt	21
22	. . .	. . .	94	∞^0 a - p.	22
23	. . .	. . .	75	∞^0 a	23
24	. . .	. . .	61	. . .	24
25	. . .	. . .	56	. . .	25
26	. . .	. . .	50	∾^{0} n a,	26
27	. . .	. . .	50	. . .	27
28	. . .	. . .	45	. . .	28
29	. . .	. . .	45	. . .	29
30	. . .	. . .	54	. . .	30
31	. . .	. . .	78	⸦ш 12 - 8 p.	31
Monatmittel	. . .	0 Tage.	108 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
2 - 6 Dec.	8·4
7 - 11. „	7·0
12 - 16 „	5·8
17 - 21. „	—4·0
22 - 26. „	—3·2
27 - 31	5·0

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	158 cm. am 19.
Niedrigster Wasserstand des Mains	45 cm. am 28. 29.

Jahresbericht

des

Physikalischen Vereins

zu

Frankfurt am Main

für das Rechnungsjahr

1891—1892.

Frankfurt am Main.

C. Naumann's Druckerei.

1893.

Jahresbericht

des

Physikalischen Vereins

zu

Frankfurt am Main

für das Rechnungsjahr

1891—1892.

Frankfurt am Main.

C. Naumann's Druckerei.

1893.

Vereinsnachrichten.

Mitglieder.

Die Zahl der Mitglieder des Physikalischen Vereins hatte im Vereinsjahr 1890/91 474 betragen. Im Laufe des letzten Jahres waren 25 ausgetreten und verstorben, dagegen sind in diesem Jahre 61 neu eingetreten. Der Verein zählte daher im Rechnungsjahr 1891/92 510 Mitglieder. Die Namen derselben sind gegenwärtig die folgenden:

* Mitglieder des Gesammtvorstandes.

Herr Adler-Stiebel, Moritz, Bankier.
„ Albert, E.
„ Albrecht, Julius, Dr. phil., Zahnarzt
„ Alfermann, Felix, Apotheker.
„ Alt, Johannes.
„ Alten, Heinrich.
„ Althen, Wilhelm.
„ Ambrosius, Johann,
„ André, C. A., Musikalienverleger.
„ Andreae, Hermann, Bankdirector.
„ Andreae, Hugo, Director.
„ Andreae, Richard, Bankier.
„ Andreae-Passavant, J., Bankdirector.
„ Askenasy, Alexander, Ingenieur.
„ Auerbach, Th., Dr. jur., Assessor.
„ Auffarth, F. B.
„ Baer, Joseph.
„ Baer, Max, Bankier.
„ Baerwindt, Franz, Dr. med.
„ Baerwindt, Guido.
„ de Bary, H. A.
„ * de Bary, J., Dr. med.
„ Bauer, L., Consul.
„ Bauer, Moritz.
„ Baumann, C.
„ Baunach, Otto.
„ Baunach, Victor.
„ Bartelt, Carl, Fabrikant.
„ Bechel, Ingenieur.
„ Bechhold, J. H., Dr. phil.

Herr Beck, Heinrich.
„ Beck, Hugo.
„ Becker, Carl, Consul.
„ Becker, Heinrich, Dr. phil.
„ Beer, Sondheimer & Co.
„ Begas, Paul, Ingenieur.
„ Belli, Ludwig, Dr. phil.
„ Berckenbrinck, Ernst.
„ Berger, Joseph, Dr. phil.
„ Berlé, Carl.
„ Bertholdt, Th.
„ v. Bethmann, S. M., Freiherr.
„ Beutel, Ferdinand, Stadtbaurath.
„ Beyerbach, Carl, Fabrikant.
„ Bier, Max.
„ Binding, Carl.
„ Binding, Conrad.
„ Blum, J., Oberlehrer.
„ Blumenthal, Adolf.
„ Blumenthal, Ernst, Dr. med.
„ Blust, Emil, Fabrikant.
„ Bockenheimer, J., Dr. med., Sanitätsrath.
„ Bode, Conrad.
„ Bode, Paul, Dr. phil., Oberlehrer.
„ Boettger, Bruno.
„ Boettger, Hugo.
„ Bolongaro, C. M.
„ Bonn, M. B.
„ * Bonn, Ph. B., Bankier.

Herr Bonn, Wilhelm, Bankier.
" Braun, Wunibald, Fabrikant.
" Braunfels, Otto, Consul.
" Braunschweig, Emil.
" Brentano, Louis, Dr. jur.
" Bruger, Theodor, Dr phil.
" Büttel, Wilhelm.
" Bulling, O, Maschinenmeister.
" Cahn, Heinrich.
" Cahn, Julius.
" Clemm, Carl, Apotheker.
" Cnyrim, V., Dr. med.
" Collin, Adalbert.
" Cunze, Dietrich, Dr. phil., Fabrikbesitzer.
" Dann, Leopold.
" Daube, Gottfried.
" Degener, Carl, Dr. phil., Zahnarzt.
" Deichler, Christian, Dr. med.
" Deninger, Carl, Lorsbach i. Taunus.
" Diehl, Josef, Dr. jur., Justizrath.
" Dietze, Hermann, Director.
" Dill, Louis, Ingenieur.
" Dobriner, Hermann, Dr. phil.
" Doctor, Adolf.
" Dörr, G. Ch.
" Doguin, Marcel.
" Dondorf, Bernhard.
" Dondorf, Paul.
" Donner, Ch. P.
" Drexel, H. Theodor.
" Dreyfus, J., Bankier.
" Drory, William, Director.
" Du-Bois, August.
" von Eberhard, Wilhelm.
" Ebenau, Friedrich, Dr med.
" Edelmann, Bernhard.
" Edinger, Ludwig, Dr. med.
" Ellinger, Leo.
" Emmerich, Ernst, Mechaniker.
" * Engelhard, Carl, Apotheker.
" Epstein, Theobald, Dr. phil.
" Epstein, W., Dr. phil.
" Epting, Max, Höchst a. M.
" v. Erlanger, L. G. F., Baron.
" Estenfeld, Eduard.
" Ettling, Georg, Ingenieur.
" Eurich, Heinrich, Dr. phil.
" Eyssen, Remy.
" Feist, J. J., Dr. jur.
" Feist-Belmont, Carl.
" Fellner, J. C., Ingenieur.
" Fikenscher, Friedrich.
" Flersheim, Albert.
" Flersheim, Robert.
" Flesch, Max, Dr. med.

Herr Flesch-Roessner, Heinrich.
" Follenius, Otto, Dr. phil., Director. Hattersheim.
" Foucar, Georg.
" Franc v. Liechtenstein, Richard, Ingenieur.
" Franck, Ernst, Fabrikdirector.
" Frank, H., Apotheker.
" Frank, S.
" * Fresenius, Philipp, Dr. phil., Apoth.
" Fridberg, Robert, Dr. med.
" Friedmann, Heinrich.
" Friedmann, J.
" Fries-Dondorf, Jacob, Ingenieur.
" Fries, Sohn, J. S.
" Frisch, Emil.
" Fritz, Wilhelm, Mechaniker.
" * v. Fritzsche, Theodor, Dr. phil., Fabrikbesitzer.
" Fuld, Salomon, Dr. jur., Justizrath.
" Fulda, Carl.
" Gans, Adolf.
" Gans, Leo, Dr. phil.
" Geiger, A.
" Gerhardt, Eduard.
" Gerson, Jacob, General-Consul.
" Gies, Ernst H., Lehrer, Bockenheim
" Gloeckler, Alexander, Dr. med.
" Goeckel, Ludwig, Director.
" Goldschmid, J. Eduard.
" Goldschmidt, Adolf B. H., Commerzienrath.
" Goldschmidt, Moritz B., Bankier.
" Gotthilf, Max, Apotheker.
" Gottschalk, Josef, Dr. med.
" Graef, Carl.
" Graubner, Carl, Höchst a. M.
" Grimm, Heinrich.
" Grünewald, August, Dr. med
" Grund, Wilhelm, Dr. phil.
" Grunelius, Adolf.
" Grunelius, Carl.
" v. Guaita, Max, Commerzienrath.
" v. Günderode, C., Dr. phil., Freiherr.
" Gutzkow, Hermann.
" Haeberlin, E. J., Dr. jur., Rechtsanwalt.
" Haeffner, Adolf.
" Hahn, Adolf L. A.
" Hahn, Louis Alfred.
" Hahn, Moritz L. A.
" Hanau, Heinrich Anton.
" * Hartmann, Eugen, Ingenieur, Bockenheim.
" Hasslacher, Franz, Patentanwalt.
" Hauck, Otto.

Herr Heerdt, Rudolf.
" Heimpel, Carl, Ingenieur.
" Heineken, Frédéric, Stadtrath.
" Heinzerling, Christian, Dr. phil.
" Henrich, Carl Friedrich.
" Heräus, H., Hanau.
" Herold, Rudolf.
" Hess, August, Apotheker.
" Hesse, Theodor, Fabrikant.
" v. Heyden, Lucas, Dr. phil., Major, Bockenheim.
" Heymann, Ernst.
" Hilf, Philipp.
" Hilger, Hermann, Mechaniker.
" Hirsch, Ferdinand.
" Hirschberg, Max, Dr. med.
" Hirschvogel, M.
" Hochschild, Zachary, Director.
" Höchberg, Otto, Bankier.
" Höser, Th.
" Hoff, Carl.
" Hohenemser, Wilhelm, Bankier.
" Holthof, Franz, Hauptmann.
" v. Holzhausen, Georg, Freiherr.
" Holzmann, Philipp, Ingenieur.
" Holzmann, Wilhelm, Ingenieur.
" Homeyer, Franz, Dr. phil., Apotheker
" Horkheimer, Anton, Stadtrath.
" Horstmann, Georg.
" Hüttenbach, Adolf.
" Hunn, Apollinar, Bockenheim.
" Immisch, M.
" Jäger, Fritz.
" Jaffé, Th., Dr. med.
" Jassoy, August, Dr. phil., Apotheker.
" * Jassoy, Ludwig Wilhelm, Apotheker
" Jeidels, J. H.
" Jilke, Theodor, Dr. phil.
" Jügel, Franz.
" Jung, G.
" Jung, H.
" Jungé, Adolf.
" Kaefer, C., Bockenheim.
" Kahn, Ernst, Dr. med.
" Kahn, Hermann, Bankier.
" Kahn, Leopold.
" Kaltschmidt, Otto, Offenbach a. M.
" Katz, Hermann.
" Kaufmann, J. S.
" Kayser, Eduard.
" Keller, Adolf, Bockenheim.
" Kessler, Hugo.
" Ketsch, Louis.
" Kiefer, Albert.
" Kiesewetter, Gustav.
" v. Kilian, Adolf.

Herr Kirberger, Emil, Dr. med.
" Kirchheim, Simon, Dr. med.
" Klein, Nicolaus.
" * Klein-Hoff, Jacob Philipp.
" Kleyer, Adolf, Dr. phil.
" Kleyer, Heinrich, Fabrikant.
" Klieneberger, Carl.
" Klimsch, Eugen, Professor.
" Klinkert, Georg.
" Kloss, Bruno.
" * Knopf, Ludwig, Dr. jur., Stadtrath.
" Koch, M. W., Bankier.
" Köhler, H.
" Könnitzer, Robert.
" Kohn, Carl, Director.
" Kohn-Speyer, E.
" Kohn-Speyer, Sigismund.
" Kotzenberg, Gustav.
" Krebs, Constantin.
" Küchler, Eduard.
" Kühn, Johannes.
" Küllmer, Theophil, Director, Höchst.
" Kugler, Adolf.
" Lachmann, Bernhard, Dr. med.
" Ladenburg, August, Bankier.
" Ladenburg, Emil, Geh. Cmrz.-Rath.
" Lämmerhirt, Carl, Director.
" Lahmeyer, Wilhelm, Fabrikbesitzer.
" Landauer, G. Friedrich, Fabrikant.
" Langeloth, J. L., Ingenieur.
" Laquer, Leopold, Dr. med.
" Lattmann, Otto.
" Laubenheimer, August, Dr. phil., Professor, Höchst.
" Laudenheimer, E.
" Lehmann, Leo, Privatier.
" Leisewitz, Gilbert, Fabrikant, Bockenheim.
" Lepsius, Bernhard, Dr. phil., Dir., Griesheim.
" Leuchs-Mack, Ferdinand, Fabrikbes.
" * Libbertz, Arnold, Dr. med., Sanitätsr.
" Lindheimer, Georg.
" Lindheimer, Ludwig, Dr. jur.
" Lindley, W., Stadtbaurath.
" Lion, Franz, Director.
" Lochmann, Richard W.
" Loeb, Michael, Dr. med.
" Loebenberg, Leopold.
" Lohberg, Paul, Dr. phil., Höchst.
" * Lucius, Eugen, Dr. phil.
" Maas, Max, Dr. jur., Bankier.
" Mahr, Georg.
" Mainz, L.
" Mandelbaum, Joseph.
" Marburg, Adolf.

Herr Marburg, Rudolf, Michelstadt i. O.
" Martienssen, Oscar.
" Marx, Anton, Ingenieur.
" Massenbach, Hermann, Ingenieur.
" Matti, J. J. A., Dr. jur.
" May, Franz, Dr. phil.
" May, Martin, sen.
" May, Martin, jun.
" May, Oskar, Dr. phil., Ingenieur.
" Mayer, Ludo, Fabrikant.
" Meister, Wilhelm.
" Meixner, Richard.
" Melcher, Heinrich.
" Merton, William.
" Merton, Z.
" Metzger, Carl.
" Metzler, Albert, Stadtrath.
" Metzler, W.
" Meyer, Hermann.
" Meyer, Jacob, Dr. phil.
" Minjon, H. J.
" Modera, F.
" Möhring, Hermann, Ingenieur.
" Mössinger, Victor.
" Moldenhauer, C.
" Mouson, Daniel, Fabrikant.
" Müller, Carl, Dr. phil.
" Mumm v. Schwarzenstein, Hermann.
" Neidlinger, Friedrich.
" Nestle, Richard.
" Nestle, Richard.
" Netto, Curt, Professor.
" Neubert, W. Ludwig, Zahnarzt.
" Neubürger, Otto, Dr. med.
" v. Neufville, Alfred, Bankier.
" v. Neufville, Otto, Bankier.
" Noebe, Louis, Homburg v. d. H.
" Nördlinger, Hugo, Dr. phil.
" Noll, Ferd., Bockenheim.
" Nonne, August, Apotheker.
" Oehler, Eduard, Geh. Commerzienr., Offenbach a. M.
" Oehler, Rudolf, Dr. med.
" Opificius, Louis.
" Oppel, H., Bockenheim.
" Oppel, J., Professor, Dr.
" Oppenheim, Leo.
" Oppenheim, Moritz.
" Oppenheimer, Michael.
" Oppenheimer, Oskar, Dr. med.
" Osborn sen., H.
" Osterrieth, Eduard.
" Osterrieth-Laurin, August.
" Pauli, Philipp, Dr. phil., Dir., Höchst.
" Paulson, Gerhard, Zahnarzt.
" Peschel, A., Ingenieur.

Herr Peipers, G. Friedrich.
" Pertsch, Ferd. Adolf.
" Peters, Hans, Zahnarzt.
" * Petersen, Theodor, Dr. phil.
" Petsch-Goll, J. Ph., Geh. Cmrz.-Rath.
" Pfeiffer, Eugen.
" Pfeiffer, Theodor.
" Pfungst, Arthur, Dr. phil.
" Pfungst, Julius, Fabrikant.
" Pfleger, Johannes, Elektrotechniker
" Pichler, Heinrich, Ingenieur.
" Pinner, Oskar, Dr. med.
" Pokorny, Ludwig, Bockenheim.
" Pollack, C.
" Pollitz, Carl.
" Popp, Georg, Dr. phil.
" Poppelbaum, H.
" Posen, Eduard, Dr. phil.
" Posen, J.
" Puls, Otto, Syndicus der Handelskammer, k. rumän. Generalconsul
" Quilling, Friedrich.
" Raab, Alfred, Dr. phil., Apotheker
" Rabe, Otto.
" Rademacher, E.
" Rademann, Otto, Fabrikdirector, Bockenheim.
" vom Rath, Walther, Assessor.
" Ravenstein, Simon.
" Reck, August, Oberrossarzt, Bockenh..
" Rehn, Heinrich, Dr. med.
" Reichard, August.
" Reichard-Frey, Gottlob.
" * Reichard-d'Orville, Georg.
" Reinhardt, Wilhelm, Dr. phil.
" Reiss, Paul, Rechtsanwalt.
" Reitz & Köhler, Buchhandlung
" Rennau, O.
" Renner, Friedrich.
" Ricard-Abenheimer, Louis.
" Richard, Ferdinand.
" Riesse, Alfred.
" Rikoff, J. B.
" Risdorf, Charles.
" Risse, Hugo.
" Rödiger, Ernst, Dr. med.
" Rödiger, Paul, Dr. jur., Director.
" Rössler, Carl, Dr. phil.
" * Rössler, Hector, Director.
" * Rössler, Hch., Dr. phil., Director.
" Roos, Israel, Dr. phil.
" Rosenberger, Ferdinand, Dr. phil.
" Rosenstein, Leo, Dr. jur.
" Roth, Eduard, Techniker.
" Roth, Georg.
" Roth, Heinrich.

Herr v. Rothschild, W., Freiherr.
„ Rüdiger, A., Dr. phil., Apotheker, Homburg v. d. H.
„ Rumpf, Gustav, Dr. phil.
„ Ruoff, Georg, Dr. phil.
„ Salomon, Bernhard, Professor.
„ Sauerländer, Robert, Buchhändler.
„ Sauerwein, Carl.
„ Schäfer, F.
„ Scharff, Alexander, Geh. Cmrz.-Rath.
„ Scharff, Julius, Director.
„ Scherlenzky, A., Dr. jur., Justizrath.
„ Schiele, Ludwig, Ingenieur.
„ Schiele, Simon, Director.
„ Schiff, L.
„ Schlesicky, Emil.
„ Schlesinger, S.
„ Schleussner, C., Dr. phil.
„ Schleussner, Carl, Dr. phil.
„ Schmeck, Heinrich.
„ Schmidt, Leopold.
„ Schmidt-Günther, Gustav, Ingenieur.
„ Schmidt-Metzler, Moritz, Dr med., Sanitätsrath, Professor.
„ Schmölder, P. A.
„ * Schnapper, J. H.
„ * Schneider, A., Director.
„ Schneider, J.
„ Schöffer, W., Director, Gelnhausen.
„ * Schütz, H., Dr. phil., Oberlehrer.
„ Schuster, Bernhard.
„ Schwab, Moses.
„ Schwabacher, Hugo.
„ Schwarzschild, F.
„ Schwarzschild, M.
„ Scriba, Ludwig, Fabrikant, Höchst.
„ Seestern-Pauly, Georg.
„ Seuffert, Theodor, Dr. med.
„ Siesmayer, Philipp, Bockenheim.
„ Simons, Wilhelm.
„ Sittig, Eduard, Lehrer.
„ Soemmerring, Carl.
„ Sommerhoff, Louis.
„ Sondheimer, A.
„ Sonnemann, Leopold.
„ Speyer, Georg, Bankier.
„ Spiess, A., Dr. med., Sanitätsrath.
„ Spohr, H. Christian.
„ Stahl, Adolf, Eisenb.-Bur.-Assistent.
„ Stahl, Carl, Dr. med.
„ Staudt, Franz.
„ Staudt, Jacob.

Herr Steffan, Philipp, Dr. med.
„ Steinkauler, Theodor, Dr. phil.
„ Stephani, Carl, Dr. phil.
„ Stern, Bernhard, Dr. med.
„ Stern, Th., Bankier.
„ Stiebel, Carl.
„ Stoessel, Eduard.
„ Stoltze, Friedrich.
„ Storck, Carl Th.
„ Strauss, O.
„ Stroof, Jgnaz, Director.
„ Süskind, Julius.
„ Sulzbach, Carl, Dr. jur. Tiefbauamt.
„ Töplitz, Julius.
„ Trier, Theodor.
„ Ullmann, Eugen, Bankier.
„ Una, Siegmund, Bankier.
„ Valentin, Ludwig.
„ v. den Velden, Reinhard, Dr. med.
„ v. Vietinghoff-Scheel, Carl, Dr. phil.
„ Vogt, Ludwig, Director a. D.
„ Vogtherr, Hermann.
„ Vohsen, Carl, Dr. med.
„ Voigt, H., Ingenieur, Bockenheim
„ Wach, Josef, Ingenieur, Höchst.
„ Wagner, Franz, Bockenheim.
„ Warburg, Felix.
„ Weber, Andreas.
„ Weber, H.
„ Weckerling, F., Fabrikant.
„ Weckerling, H.
„ Weigert, Carl, Dr. med., Professor.
„ Weiller, J.
„ Weinmann, A., Inspector.
„ Weisenburger, K.
„ Weller, Albert, Dr. phil., Director.
„ Wertheim, Josef, Fabrikant.
„ Wertheimber, Emanuel, Bankier.
„ Wertheimber, Louis, Bankier.
„ Wetzlar, Emil, Bankier.
„ Wirsing, Friedrich.
„ * Wirsing, Paul, Dr. med.
„ Wirth, Franz.
„ Wöll, Wilhelm.
„ Wolf, Ernst.
„ Wollstädter, Carl.
„ Wüstefeld, J., Apotheker.
„ Zehfuss, G., Dr. phil., Professor.
„ * Ziegler, Julius, Dr. phil.
„ Zint, Wilhelm, Gymnasiallehrer.

Ehren-Mitglieder.

Herr Prof. Dr. Abbe in Jena.
„ Prof. A. v. Baeyer in München.
„ Prof Dr. Becquerel in Paris.
„ Prof. Dr. Wilhelm von Bezold, Geh. Reg.-Rath, Director des kgl. meteorol. Institutes in Berlin.
„ Senator Professor Francesco Brioschi in Mailand.
„ Prof. Dr. A. Buchner in München.
„ Wirkl. Geh. Rath Professor Dr. Robert Bunsen Exc. in Heidelberg.
„ Prof. Dr. E. Erlenmeyer in Aschaffenburg.
„ Professor Galileo Ferraris in Turin.
„ Prof. Dr. Emil Fischer in Berlin.
„ Prof. Dr. R. Fittig in Strassburg i. E.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Förster, Director der k. Sternwarte in Berlin.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. Fresenius in Wiesbaden.
„ Prof. Dr. F. Goppelsroeder in Mülhausen i. E.
„ Prof. Dr. Carl Gräbe in Genf.
„ Prof. Dr. S. Günther in München.
„ Geh. Hofrath Prof Dr. Hankel in Leipzig.
„ Hofrath Professor Dr. Julius Hann, Director der k. k. Centralanst. f. Met. u. Erdmagn. in Wien, Hohe Warte.
„ Wirkl. Geh. Rath Prof. Dr. H. von Helmholtz Exc. in Berlin.
„ Prof. Dr. Gustav Hellmann, Oberbeamter des k. met. Inst. in Berlin.

Herr Professor Dr. H. Hertz in Bonn.
„ Professor Dr. J. H. van t'Hoff in Amsterdam.
„ Hermann Honegger in Orotava auf Teneriffa.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Kekulé in Bonn.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. E. Kittler in Darmstadt.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Knoblauch in Halle.
„ Geh. Med.-Rath Prof. Dr. med. Robert Koch in Berlin.
„ Prof. Dr. Friedr. Kohlrausch in Strassburg i. E.
„ Professor Dr. W. Kohlrausch in Hannover.
„ Prof. Dr. W. Koeppen in Hamburg, Seewarte.
„ Prof. Dr. A. Kundt in Berlin.
„ Geh. Regier.-Rath Prof. Dr. Landolt in Berlin.
„ Prof. Dr. Lenz, Mitglied der kais. russ. Akademie in St. Petersburg.
„ Prof. Dr. C. Liebermann in Berlin.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Limpricht in Greifswald.
„ Dr. J. Löwe dahier.
„ Reg.-Rath Dr. L. Löwenherz, Director der phys. techn. Reichsanstalt in Berlin.*)
„ Prof. Dr. E. Mach in Prag.
„ Prof. Dr. F. Melde in Marburg.

---

*) Gestorben den 29. October 1892.

Herr Prof. Dr. Mendelejeff in St. Petersburg.
" Prof. Dr. Lothar Meyer in Tübingen.
" Geh. Rath Prof. Dr. V. Meyer in Heidelberg.
" Staats- und Finanzminister Dr. J. Miquel, Exc. in Berlin.
" Prof. Dr. H. Mohn, Director der k. norweg. meteorol. Centralanstalt in Christiania.
" Prof. Dr. Mulder in Utrecht.
" Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Neumann in Königsberg.
" Prof Dr G. Neumayer, wirkl. Geh. Adm.-Rath u. Director der Deutschen Seewarte in Hamburg.
" Prof. Dr. L. F. Nilson in Stockholm.
" Prof. Dr. J. J. Oppel dahier.
" Professor Dr. W. Ostwald in Leipzig
" Geheimrath Prof. Dr. M. v. Pettenkofer in München.
" Prof Dr. O. Pettersson in Stockholm
" Prof. Dr. Raoul Pictet in Genf.
" Prof. Dr. Rammelsberg in Berlin.
" Albert v. Reinach dahier.
" Prof. Dr. Theod. Richter in Freiberg in Sachsen.
" Prof. H. E. Roscoe in Manchester.

Herr Prof. Dr. v. Sandberger in Würzburg.
" Prof. Dr. Hugo Schiff in Florenz.
" Geh. Reg.-Rath Dr. W. v. Siemens in Berlin.*)
" Prof. Dr. W. Staedel in Darmstadt.
" Prof. Dr. Stern in Zürich-Hottingen.
" Prof. Silvanus P. Thompson i. London.
" Prof. Dr. Sir William Thomson in Manchester.
" Prof. Dr. John Tyndall in London, Royal Institution.
" Geh. Medicinalrath Prof. Dr. Virchow in Berlin.
" Prof. Dr. H. W. Vogel in Berlin.
" Dr. G. H. Otto Volger in Soden a. T.
" Prof. Dr. Volhard in Halle.
" Prof. Dr. J. G. Wallentin in Wien.
" Reg.-Rath Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Wien.
" Hofrath Prof. Dr. Wiedemann in Leipzig.
" Prof. Dr. V. Wietlisbach in Bern.
" Prof. und Akademiker Dr. Wild in St. Petersburg.
" Oberbergrath Professor Dr. Clemens Winkler in Freiberg, Sachsen.
" Prof. Dr. Wislicenus in Leipzig.
" Prof. Dr. Wüllner in Aachen.

*) Gestorben 6. December 1892.

Vorstand.

Der Vorstand des Physikalischen Vereins bestand im Vereinsjahre 1891—92 aus den Herren:

Dr. phil. Theodor Petersen,
Dr. phil. Julius Ziegler,
Alfred von Neufville,
Director Alexander Schneider,
Dr. phil. Philipp Fresenius und
Dr. phil. Eugen Lucius.

Als Vorsitzender fungirte Herr Dr. Petersen, als Schriftführer Herr A. v. Neufville und als Kassier Herr Director Schneider.

Im Laufe des Jahres fanden neun Vorstandssitzungen und eine Gesammtvorstandssitzung statt.

Die Redaction des Jahresberichtes besorgte, wie seit einer Reihe von Jahren, Herr Dr. Petersen, die des meteorologischen Theils Herr Dr. Ziegler.

Generalversammlung.

Die ordentliche Generalversammlung des abgelaufenen Vereinsjahres fand Samstag, den 15. October, Abends 7 Uhr, im grossen Hörsaal des Vereins unter dem Vorsitz des Herrn Dr. Petersen statt.

Der Vorsitzende gedachte zuerst des Besuches, den der Magistrat und die Stadtverordneten zu Beginn des Vereinsjahres am 18. October 1891 dem Institut abgestattet, um dessen Einrichtungen näher kennen zu lernen, und constatirte das lebhafte Interesse, welches auch bei diesem Anlass dem Verein und dessen Wirken entgegengebracht wurde.

Alsdann wurde zunächst zur Behandlung der allgemeinen und personellen Verhältnisse des Vereins, welche als durchaus erfreuliche bezeichnet werden konnten, übergegangen. Die in den letzten Jahren, insbesondere seit der Errichtung der elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt, an Umfang bedeutend gewachsene Thätigkeit des Vereins, auch die hiesige internationale elektrotechnische Ausstellung des Jahres 1891 hatten im Vorjahre ein bei den beschränkten Mitteln des Vereins sehr wohl erklärliches Deficit von über 6000 Mark veranlasst. Den Bemühungen des Vorstandes gelang es nun im Laufe des verflossenen Jahres, eine Reihe von Garantiezeichnern der elektrotechnischen Ausstellung, welche wegen der günstigen finanziellen Ergebnisse der Ausstellung nicht in Anspruch genommen worden waren, zu veranlassen, dem Verein, der direct und indirect für die Ausstellung eifrig gewirkt hatte, Schenkungen zuzuweisen, welche insgesammt über 20,000 Mark betrugen. So war es ermöglicht, nicht nur das vorjährige Deficit zu decken, sondern auch, da für das ebenverflossene Verwaltungsjahr bei möglichster Sparsamkeit ein verhältnissmässig günstiger Abschluss erzielt werden konnte, den grössten Theil des geschenkten Betrages derzeit noch zur Verfügung zu haben. Die Namen der gütigen Spender, denen der wärmste Dank ausgedrückt wird, sind an anderer Stelle verzeichnet.

Das Bestreben des Vorstandes war unausgesetzt darauf gerichtet, dem Verein neue Mitglieder zuzuführen, deren Zahl im letzten Jahre zum ersten Male über 500 betrug. Vor Eröffnung des neuen Institutes im Jahre 1886/87 betrug die Zahl der Mitglieder 297, im folgenden 398, im vorigen Jahre 474 und im verflossenen ist sie auf 510 gestiegen. Für die Einladungskarten, namentlich zu den Samstagsvorträgen, wurden die Mitgliederadressen gedruckt hergestellt.

Von seinen Ehrenmitgliedern wurden dem Verein im letzten Jahre 4 durch den Tod entrissen: Professor Jean Servais Stas in Brüssel (gest. 13. December 1891), Geh. Hofrath Professor H. Kopp in Heidelberg (gest. 20. Februar 1892), Professor Lerch in Prag (gest. 5. März 1892) und Geh. Rath Professor A. W. v. Hofmann in Berlin (gest. 5. Mai 1892). Zum Andenken an Stas hat Herr Dr. de Neufville am 19. März und zum Andenken an v. Hofmann Herr Dr. Lepsius am 14. Mai eine Gedächtnissrede gehalten. Der Vorsitzende widmete insbesondere A. W. v. Hofmann, dem ausgezeichneten Forscher, Experimentator, Lehrer und Schriftsteller, dem Begründer und langjährigen Präsidenten der Deutschen chemischen Gesellschaft, der durch drei Jahrzehnte auf die Entwickelung der Chemie vom grössten Einfluss war und auch als Mensch die hervorragendsten Eigenschaften besass, einen warmen Nachruf. Dem Verstorbenen, der dem Physikalischen Verein überaus wohlgesinnt und vielmals gefällig war, wurde vom Verein ein Kranz auf das Grab gelegt.

Von unseren Ehrenmitgliedern feierte Wirkl. Geh. Rath Professor v. Helmholtz in Berlin am 2. November 1891 seinen 70jährigen Geburtstag, und Geh. Hofrath Professor Fresenius in Wiesbaden am 23. Juli 1892 sein 50jähriges Doctorjubiläum, bei welchen Anlässen auch der Physikalische Verein seine Glückwünsche darbrachte.

Zu Ehrenmitgliedern wurden im Laufe des Jahres ernannt: Senator Professor Francesco Brioschi in Mailand, Professor Galileo Ferraris in Turin, Professor H. Hertz in Bonn, Professor W. Kohlrausch in Hannover und Professor W. Ostwald in Leipzig. Die Zahl unserer Ehrenmitglieder beträgt gegenwärtig 75.

Die beiden Docenten des Vereins, Herr Professor Dr. G. Krebs, der seit Ostern 1879, und Herr Dr. B. Lepsius, der seit Herbst 1881 am Institut wirkte, haben mit dem Ablauf des letzten Rechnungsjahres ihre Lehrthätigkeit an dem Verein zu unserem lebhaftesten Bedauern beschliessen müssen, ersterer, weil ihm bei seiner anderweitigen grossen Inanspruchnahme und auch aus gesundheitlichen Rücksichten die weitere Leitung der physikalischen Abtheilung unmöglich gemacht worden war, letzterer, weil er einem ehrenvollen Ruf als Director an eine benachbarte grosse chemische Fabrik Folge geleistet hat. Der Vorsitzende widmete beiden Herren warme Worte des Dankes und der Anerkennung für ihre so erspriessliche Wirksamkeit durch lange Jahre im Dienste des Vereins. Zu Ehren derselben fand am 14. November ein Abendessen im grossen Saale des Frankfurter Hofes statt, an dem gegen 100 Mitglieder und Freunde des Vereins Theil nahmen.

Die erledigten Functionen des Docenten der Chemie und Leiters des chemischen Laboratoriums waren schon im letzten Jahre gemäss Beschlusses der Lehrerwahlcommission vom 10. Juli 1891 Herrn Dr.

Rudolph de Neufville, einem geborenen Frankfurter und Schüler von Herrn Professor v. Baeyer in München, übertragen worden, so dass der neue Docent seit Beginn des letzten Vereinsjahres seine Thätigkeit beginnen konnte.

Da die Verhandlungen über die Neubesetzung der Stelle des Docenten der Physik sich in die Länge zogen, musste der Vorstand für das verflossene Vereinsjahr ein Provisorium eintreten lassen in der Weise, dass Herr Dr. W. A. Nippoldt, ein früherer langjähriger und sehr verdienstvoller Lehrer am Verein, die Meteorologie und Astronomie, sowie einen Theil der Physik, Herr Dr. P. Bode, Oberlehrer an der hiesigen Musterschule, einen anderen Theil der Physik, insbesondere die Schülervorträge, für die Dauer eines Jahres übernahmen. Die beiden Herren haben dem Interesse des Vereins in ausgezeichneter Weise gedient, wofür denselben wärmstens gedankt wurde. Herr Dr. Bode hat insbesondere unseren grossen elektrischen Projektionsapparat als Demonstrations- und Lehrmittel bei den Vorlesungen sehr fleissig herangezogen und dadurch auch auf die Schüler aus den oberen Klassen der hiesigen höheren Lehranstalten (neu hinzugekommen ist die Realschule in Bockenheim), welche sich so zahlreich wie nie zuvor eingefunden hatten (in beiden Semestern zusammen 774), in hohem Grade anregend gewirkt.

Erst im Laufe des Vereinsjahres gelang es dem Vorstande, in der Person des Herrn Professor Dr. Walter König, seitherigen Docenten an der Universität Leipzig, die physikalische Lehrstelle gemäss Beschlusses der Lehrerwahlcommission vom 6. Mai 1892 definitiv zu besetzen und mit dem Genannten einen ausschliesslich für den Verein beschäftigten Physiker zu gewinnen. Mit dem 1. October hat derselbe sein Amt angetreten und auch die täglich für die Frankfurter Zeitung zu stellende Wetterprognose übernommen, für welche Function bei etwaigen Verhinderungsfällen Herr Dr. Nippoldt in der Folge als Ersatzmann fungiren wird. Um den erhöhten Ansprüchen der physikalischen Abtheilung des Vereins zu genügen und auch das Arbeiten von Praktikanten in derselben zu ermöglichen, wurde in jüngster Zeit ein Theil des Dachstockes des Institutes ausgebaut und daselbst ein schöner Raum für die Aufstellung physikalischer Apparate gewonnen, ausserdem wurden noch zwei Räume im Souterrain für das physikalische Laboratorium herangezogen.

Die unter der Leitung des Herrn Dr. J. Epstein stehende elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt nahm einen sehr erfreulichen Fortgang. Nach ihrem Vorbilde wird demnächst auch in Berlin eine elektrotechnische Monteurschule eröffnet werden. In einem Vortrage vor dem elektrotechnischen Verein in Berlin vertrat Herr Dr. Epstein den von unserer Anstalt eingenommenen Standpunkt. Auch in unserer Nachbarstadt Mainz hat derselbe im letzten Winter eine Reihe von Vorträgen über Elektrotechnik gehalten und vor unseren

Mitgliedern in sechs populären Experimental-Vorträgen über den Wechselstrom und seine Verwendung gesprochen.

Im Sommersemester fanden an mehreren Abenden populäre photographische Demonstrationen statt, wofür der hiesige Amateur-Photographen-Verein eine grössere Anzahl von Photogrammen zur Verfügung gestellt hatte. Auch hierbei wurde der von Herrn Dr. Bode bediente elektrische Projektionsapparat benutzt, während der Vorsitzende die näheren Erläuterungen zu den vorgeführten Bildern gab.

Der grosse Hörsaal des Vereins wurde bei verschiedenen Gelegenheiten zu Versammlungen und Vorträgen überlassen, so dem Congress der Deutschen otologischen Gesellschaft um Ostern 1892, der Elektrotechnischen Gesellschaft und dem Deutschen und Oesterreichischen Alpenverein. Der städtischen gewerblichen Fortbildungsschule wurden eine Anzahl von Apparaten zur Benutzung geliehen, ferner auch im abgelaufenen Vereinsjahr an Behörden und Private wiederholt Gutachten ertheilt.

Von Seiten der Stadt erhielt der Verein ausser der gewöhnlichen Subvention von M. 3500 als Beitrag zu den Unkosten der elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt M. 5000 und von Seiten des Staates M. 2000, für welche wesentlichen Unterstützungen gleichwie für andere dem Verein zu Theil gewordene Geschenke der verbindlichste Dank ausgesprochen wird.

Die von den Kassenrevisoren, den Herren A. Kugler und M. Oppenheim, geprüfte Vereinsrechnung wurde richtig befunden, dem Vorstande Decharge ertheilt und der Voranschlag für das neue Vereinsjahr genehmigt.

Bei den darauf vorgenommenen Wahlen wurden an Stelle der statutenmässig aus dem Vorstande austretenden Herren Dr. Th. Petersen und Alfred von Neufville die Herren Director Dr. H. Rössler und Sanitätsrath Dr. med. A. Libbertz, ferner zu Revisoren die Herren J. Baer, W. Braun und L. Sonnemann gewählt. In die Bibliothekscommission der Senckenbergischen Institute ist Herr Dr. Petersen als ständiges Mitglied delegirt worden.

Nachdem die Tagesordnung erschöpft war, spendete schliesslich Herr Dr. Th. Epstein dem Vorstande, speciell dem Vorsitzenden Worte des Dankes und der Anerkennung für die dem Verein gewidmete aufopfernde, umsichtige und erfolgreiche Thätigkeit.

Geschenke.

Geldgeschenke.

Dr. phil. E. Lucius	*M.* 2000.—
Charles L. Hallgarten	„ 1000.—
Georg Speyer	„ 1000.—
Metallgesellschaft	„ 1000.—
Dr. phil. Heinrich Rössler, Director	„ 1000.—
Hector Rössler, Director	„ 1000.—
Deutsche Gold- und Silber-Scheide-Anstalt, vorm. Rössler	„ 1000.—
William Merton	„ 1000.—
Eugen Pfeifer	„ 1000.—
A. Molling, Commerzienrath, Hannover, durch Herrn Stadtrath Horkheimer	„ 1000.—
Baron Ludwig v. Erlanger	„ 500.—
P. H. Mumm von Schwarzenstein	„ 500.—
E. Ladenburg, Geh. Commerzienrath	„ 500.—
D. & J. de Neufville	„ 500.—
Hugo Andreae, Director	„ 500.—
Alexander Schneider, Director	„ 500.—
Dr. jur. A. Varrentrapp, Stadtrath	„ 500.—
Dr. phil. L. Gans	„ 500.—
C. F. Wilhelm Meister	„ 500.—
Theodor Stern	„ 500.—
Walther vom Rath	„ 300.—
Joseph Wertheim	„ 250.—
Marcus B. Goldschmidt	„ 250.—
L. & E. Wertheimber	„ 200.—
Gebr. Sulzbach	„ 200.—
Max v. Guaita, Commerzienrath	„ 200.—
G. L. Daube	„ 150.—
Theodor Trier	„ 100.—
Victor Mössinger	„ 100.—
Frau S. Müller-Kolligs	„ 100.—
Hinckel & Winckler	„ 100.—
Jacob Gerson, General-Consul	„ 100.—
Transport	*M.* 18050.—

	Transport *M.*	18050.—
Anton L. A. Hahn	„	100.—
W. H. Lindley, Stadtbaurath	„	100.
Hartmann & Braun	„	100.—
H. J. Kullmann & Co.	„	50.—
Joseph Baer	„	50.—
Wilhelm Mössinger	„	50.—
Conrad Binding	„	50.—
Abraham Kuhn	„	50.—
P. J. Kreuzberg & Co.	„	50.—
Carl Feist-Belmont	„	50.—
Wilhelm Hohenemser	„	50.—
Ph. B. Bonn	„	50.—
Adolf L. A. Hahn	„	50.—
C. Naumann's Druckerei	„	50.—
Beer, Sondheimer & Co.	„	50.—
Nathan & Mayer	„	50.—
J. & S. Goldschmidt	„	50.—
J. D. W. Lampe	„	50.—
Georg Ph. A. Schwarz	„	50.—
Frau Rosette Merton	„	50.—
Julius Pfungst	„	50.—
Hôtel-Actien-Gesellschaft „Frankfurter Hof“	„	50.—
Frau Emilie Nestle-Gontard	„	40.—
Vereinigung Mannheimer u. Ludwigshafener Industrieller	„	62.85
Heinrich Kleyer	„	30.—
G. Schauermann Söhne	„	25.—
J. C. Foltz-Eberle	„	25.—
Carl Küchler	„	25.—
G. M. Holz	„	25.—
Carl Kohn, Director	„	25.—
C. W. Müller	„	25.—
J. C. Schlund	„	25.—
Stern's Brauerei, Oberrad	„	25.—
Gebr. Helfmann	„	25.—
Bing jr. & Co.	„	25.—
Heinrich Pichler	„	25.—
Henry Seligman	„	25.—
Meyer Beyfus	„	25.—
August Osterrieth	„	25.—
Wilhelm Rieger	„	25.—
Justus Hildebrand	„	25.—
J. Dreyfus-Jeidels	„	25.—
	Transport *M.*	19857.85

Transport	*M.*	19857.85
Dr. Struve & Soltmann (Dr. Th. v. Fritzsche)	„	25.—
N. N. durch Herrn Commerzienrath W. Köster	„	25.—
Dr. jur. S. Fuld, Justizrath	„	20.—
Dr. jur. H. Oswalt	„	20.—
Otto Höchberg	„	20.—
Heinrich Lion	„	20.—
Jacob Kopp Söhne	„	20.—
Moritz A. Ellissen	„	20.—
Schwarzschild-Ochs	„	20.—
H. Rothschild, Commerzienrath	„	20.—
Rosenbaum & Sohn	„	20.—
Adolph Blumenthal	„	20.—
Carl Berlé	„	20.—
Wilhelm Haucke	„	20.—
Robert Propach	„	20.—
Dr. med. L. Edinger	„	20.60
Carl Ludwig Funck	„	15.—
Bernhard Wiesengrund	„	15.—
E. Schürmann & Co.	„	10.—
Carl Donner	„	10.—
Jacob S. Hess	„	10.—
Georg Schepeler	„	10.—
J. C. Dietrich	„	10.—
Moses Schwarzschild	„	10.—
C. Adelmann	„	10.—
Wolf Jahn & Co.	„	10.—
Sonnenberg & Bingo	„	10.—
J. C. Jureit	„	10.—
A. Leonhardt Nachf.	„	5.—
Chemische Gesellschaft	„	150.—
	M.	20473.45

Bücher und Schriften.

a. Im Tauschverkehr.

Basel. Verhandlungen. IX. Band, 2. Heft.

Berlin. Deutsche Chemische Gesellschaft. — 24. Jahrgang, No. 20. 25. Jahrgang, No. 1—19.

Berlin. Königl. Preuss. Academie der Wissenschaften. — Sitzungs-Berichte 1891, 41—53. 1892, 1—40.

Berlin. Königl. Preuss. meteorologisches Institut. — Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1891, Heft 1. — Abhandlungen, Band I, No. 4—5. Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Reichsgebiete.

Berlin. Zweigverein der deutschen Meteorologischen Gesellschaft. Bericht über das IX. Vereinsjahr 1892.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. — Mittheilungen 1891, No. 1265 bis 1278.

Braunschweig. Ueber die geolog. Verhältnisse des Untergrundes der Städte Braunschweig und Wolfenbüttel 1891.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. — Abhandl., 12. Band, 2. Heft.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. — Litteratur und Volkskunde der Provinz Schlesien. — 69. Jahresbericht, 1891, Heft 1.

Brünn. Naturforschender Verein. — 9. Bericht der meteorologischen Commission pro 1889.

Budapest. Königl. Ungarische Academie der Wissenschaften. — Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen aus Ungarn, IX. und X. Band, 1. — Naturwissenschaftliche Berichte VIII. — Mathematische Abhandlungen XIV, 4 u. 5, XV, 1. — Naturwissenschaftliche Abhandlungen XX, 4 u. 5, XXI, 1—4. — Rapport annuel de l'Academie Hongroise des Sciences 1891/92.

Budapest. Königl. Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Pungur Gyula: Grylladea regi Hungariae. — Herman Otto: Petenyi, der Begründer der wissenschaftlichen Ornithologie in Ungarn. — Dr. Daday Janö: Literatura zoologica Hungarica 1881—1890.

Bukarest. Rumänisches meteorologisches Institut. — Analele institutului meteorologic al Romanici. 1889 Tom V.

Bukarest. Societatii de Sciente Fizice Buletinul. Jahrgang I, No. 1—10.

Chemnitz. Königl. Sächs. meteorolog. Institut. — Jahrbuch 1891, 1 u. 2.

Colmar. Mittheilungen. Neue Folge, I. Band, 1889/90.

Columbus. Ohio State Board of Agriculture Report 1891 u. 1892.

Danzig. Naturforschende Gesellschaft. — Festschrift zur Feier des 50jährigen Bestehens.

Darmstadt. Verein für Erdkunde. — Notizblatt, 4. Folge, 12. Heft, 1891.

Davos. Kur-Verein Davos-Platz. — Davoser Wetterkarte 1892.

Davos. Société helvetique des Sciences naturelles. — Compte rendu des travaux 73. Session.

Dorpat. Kaiserl. Livländische Societät. — Bericht über die Ergebnisse der Regenstation für die Jahre 1889, 1890 u. 1891.

Dorpat. Meteorolog. Observatorium. — Meteorologische Beobachtungen in den Jahren 1886—1891.

Dresden. Naturwissenschaftl. Gesellschaft „Isis". — Sitzungs-Berichte und Abhandlungen, 1891, Juli-December.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. — Bericht. 76. Jahrgang. 1890/91.

Erlangen. Physikalisch-medicinische Societät. — Sitzungs-Berichte 24. Heft. 1892.

Frankfurt a. M. Senckenberg. Naturf. Gesellschaft. — Bericht 1892. Katalog der Batrachier-Sammlung im Museum der naturf. Gesellschaft.

Frankfurt a. M. Handelskammer. — Jahresbericht 1891.

Frankfurt a. M. Dr. Senckenberg'sche Stiftung. — 57. Jahresbericht 1890/91.

Frankfurt a. M. Gesellschaft zur Beförderung nützlicher Künste und deren Hilfswissenschaften. — Bericht über die Jahre 1886—1890.

Frankfurt a. d. O. Naturwissenschaftlicher Verein. — Monatliche Mittheilungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, 9. Jahrgang, No. 7—12, 10. Jahrgang, No. 1—10.

Frankfurt a. d. O. Societatum litterae. — Verzeichniss von Publicationen, 1891, No. 9—12, V. Jahrgang, u. No. 1—8, VI. Jahrgang.

Freiberg i. Baden. Naturforschende Gesellschaft. Berichte, 6. Band, 1.—4. Heft.

Freiburg i. d. Schweiz. Société helvétique des sciences naturelles. 74. Session. Compte rendu 1890/91.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. — Jahresbericht 1889/90.

Genf. Société helvétique archives des sciences physiques et naturelles. Compte rendu 1891.

Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. — 28. Bericht.

Göttingen. Königl. Gesellschaft der Wissenschaften. — Nachrichten 1892, No. 1—11.

Graz. Verein der Aerzte in Steiermark. — Mittheilungen 1891. 27. Vereinsjahr.

Greifswald. Naturwissenschaftl. Verein für Neu-Vorpommern und Rügen. — Mittheilungen 1891. 23. Jahrgang.

Halle. Naturforschende Gesellschaft. — Sitzungsberichte 1891.

Halle. Kais. Leop.-Carol. deutsche Academie der Naturforscher. — Leopoldina, 1891, 27. Heft, No. 23—24. 1892, 28. Heft, No. 1—22

Hannover. Naturhistor. Gesellschaft. — 40. u. 41. Jahresbericht.

Hamburg. Deutsche Seewarte. — Ergebnisse der Sturmwarnungen in dem Jahre 1891. — Ergebnisse der meteorolog. Beobachtungen, 13. Jahrgang, 1891.

Harlem. Société hollandaise des sciences. — Archives, néerlandaises des sciences exactes et nat., Tome XXV, 5. Lieferung. Tome XXVI, 1.—3. Lieferung.

Heidelberg. Naturhist. medicin. Verein. — Verhandlungen, Neue Folge, 4. Band, 5. Heft.

Hermannstadt. Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaft. — Verhandlungen und Mittheilungen, 41. Jahrgang, 1891.

Karlsruhe. Jahresbericht des Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie. Beiträge zur Hydrographie des Grossherzogthums Baden, 7. Heft. Niederschlagsbeobachtungen der meteorologischen Station, Jahrgang 1891, 1. u. 2. Halbjahr.

Kiel. Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein. — Berichte, 9. Band, 1891, 2. Heft.

Klausenburg. Siebenbürgischer Museums-Verein. — Bericht 1891, I, Heft 3. — Naturwissenschaftliche Abtheilung, XVII. Band, 1. und 2. Heft.

Königsberg. Physikalisch-ökonomische Gesellschaft. — Schriften, 32. Jahrgang, 1891.

Landshut. Physikal. Verein. — 12. Jahresbericht, 1890/91.

Leipzig. Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaft., math.-phys. Classe. — Berichte 1891, 5, und 1892, 1—3.

Leipzig. Fürstl. Jablonowsky'sche Gesellschaft. — Jahresbericht, März 1892.

Leipzig. Naturforsch. Gesellschaft. — Sitzungsberichte, 17. u. 18. Jahrgang, 1891/92.

London. Royal society. — Report of the meteorol. Council, 1890/91.

Luxemburg. Institut Royal Grand Ducal. Publications. Tome XXI.

Manchester. Literary and Philosophical Society. — Memoirs and Proceedings, Vol. V, No. 1.

Mexico. Sociedad cientifica Antonio Alzate. — Memoiras, Tomo V, 1—12; VI, 1—2.

Moskau. Société impériale des Naturalistes. — Bulletin No. 2—4, 1891 und No. 1—2, 1892.

München. Königl. Academie der Wissenschaften, math.-phys. Classe. — Bericht 1891, 3. Heft u. 1892, 1.—2. Heft.
München. Königl. Bayerische meteorolog. Station. — Monatsberichte 1891/92.
Neuenburg, Schweiz. Die Neuenburger Marine-Chronometer a. d. Neuenburger Sternwarte.
New-York. American geographic. Society. — Bullet. 1891, No. 4, Vol. XXIII. 1892, No. 1—3, Vol. XXIV.
Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. — Jubiläumsschrift zur Feier des 90jährigen Bestehens, IX. Band.
Odessa. Neurussische Naturforschende Gesellschaft. — Memoires Band XVI und XVII. Berichte XII—XIV.
Ohio. Meteorological Bureau. — Report März—Novbr. 1892.
Offenbach a. M. Verein für Naturkunde. — Bericht No. 29—32, 1887/91.
St. Petersburg. Kaiserl. Academie der Wissenschaften. — Melanges mathématiques et astronomiques, Tome VII, 1.
St. Petersburg. Physikalisches Central-Observatorium. Annalen 1890, II. Theil und 1891, I. u. II. Theil.
Philadelphia. Academy of Natural sciences. — Proceedings, Part. III, (April—Dec.) 1890.
Prag. Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. — Abhandlungen VII, 4. Jahresbericht 1891. Sitzungsberichte 1891.
Prag. K. Königl. Sternwarte. — Magnetische und meteorologische Beobachtungen, 52. Jahrgang, 1891.
Prag. Naturhistorischer Verein „Lotos." — Jahrbuch für Naturwissenschaft, XII. u. XIII. Band. Neue Folge der ganzen Reihe, 40. u. 41. Band.
Prag. Verein Casopis. — Bericht 1890, 21. Jahrgang, 1.—6. Heft.
Prag. Chemische Gesellschaft. — Listy Chemicke 1890/91, XVI. Jahrgang, 1.—10. Heft.
Pressburg. Verein für Naturkunde und Heilkunde. — Verhandlungen, Neue Folge, 7. Heft, Jahrgang 1887/91.
Rio de Janeiro. Observatoir Imperial. — Revista do Observatorio, Anno VI, 11—12 u. VII, 1.
Strassburg i. Elsass. Centralstelle des meteorolog. Landesdienstes. — Ergebnisse der meteorolog Beobachtungen im Reichsland Elsass-Lothringen 1890.
Stockholm. Kongl. Svenska Vetenskaps Akademiens. — Grunddragen af Skageracks och Kattegats Hydrografi. Band 24, No. 11.
Thorn. Copernikus-Verein. — Mittheilungen, 7. Heft, 1888.
Tiflis. Physikal. Observatorium. — Beobachtungen der Temperatur 1884/85. Meteorolog. Beob. 1890. Magnet. Beob. 1890.
Tokio, Japan. Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. — Mittheilungen, Band V, 47.—50. Heft, Supplementheft II und III.

Washington. Wetter-Bureau d. V. S. N. A. — Daily international Chart v. 1. Juli b. 31. December 1884.

Wien. Kaiserl. Königl. Geologische Reichsanstalt. — Verhandlungen, No. 15—18, 1891, No. 1—14, 1892.

Wien. Kaiserl. Academie der Wissenschaften. — Sitzungsberichte der mathemat.-naturwissenschaftlichen Classe. I. Abtheil., No. 1—7, 1891, II^a und II^b Abth., No. 1—7, 1891, III. Abth., No. 1—7, 1891.

Wien. Verein der Geographen an der Universität Wien. — Bericht über das 17. Vereinsjahr.

Wien. Oesterreichischer Touristen-Club. — Mittheilungen der Section für Naturkunde. III. Jahrgang 1891.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. — Jahrbuch 1892, 45. Jahrgang.

Würzburg. Physik. med. Gesellschaft. Sitzungsbericht, Jahrg. 1891.

Zürich. Naturforschende Gesellschaft. — General-Register der Publicationen der Naturforschenden Gesellschaft.

Zwickau. Verein für Naturkunde. — Jahresbericht 1891.

b. Von Privaten.

Von der Familie Sömmerring dahier:

Eine Anzahl Broschüren und persönliche Aufzeichnungen von Samuel Thomas v. Sömmerring über Telegraphie.

Von Herrn Dr. Julius Ziegler dahier:

Liebig's Annalen der Chemie, vollständig in 266 Bänden, 8 Supplementbänden und 4 Registerbänden. Leipzig. (Gegen Rückgabe unseres unvollständigen Exemplares.)

Geiger's Magazin der Pharmacie, Bd. 7—36.

Von Herrn Leopold Sonnemann dahier:

La lumière électrique. Journal universel d'électricité. Band I—XXXIV und Register zu I—X. 1879—1889. Paris.

Von Herrn Professor Dr. H. Hertz in Bonn:

Hertz, Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft. Leipzig 1892.

Von Herrn Dr. Ph. Fresenius dahier:

Apotheker-Zeitung. Organ des Deutschen Apothekervereins. Berlin. (Ergänzungen.)

Von Herrn Geh. Hofrath Prof. Dr. Erasmus Kittler in Darmstadt:

Kittler, Handbuch der Elektrotechnik. 2. Aufl. I. Band. Stuttgart 1892.

Von Herrn Oberbergrath Professor Clemens Winkler:

Winkler, Lehrbuch der technischen Gasanalyse. 2. Auflage. Freiberg 1892.

Von Herrn Dr. Friedrich Ristenpart in Karlsruhe:
Ristenpart, Untersuchungen über die Constante der Präcession und die Bewegung der Sonne im Fixsternsysteme. Karlsruhe 1892.

Von der K. Württemb. Universität Tübingen:
Die unter der Regierung S. M. des Königs Karl errichteten und erweiterten Institute der naturwissenschaftl. und medicinischen Facultät. Festgabe zum 25jährigen Regierungs-Jubiläum S. M. des Königs Karl von Württemberg. Tübingen 1889.

Von der Academy of Science in St. Louis, U. S. A.:
The total eclipse of the sun. 1889.

Von der Deutschen Chemischen Gesellschaft in Berlin:
Generalregister zu Jahrgang I—X und XI—XX der Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Zwei Bände.

Apparate, Präparate.

1. Für die elektrotechnische Abtheilung.

Von der Electricitäts Maatschappy Systeem de Khotinsky in Gelnhausen: Eine Collection Glühlampen verschiedener Kerzenstärke und Oeconomie, eine Collection von Fassungen, Akkumulatorenplatten, 4 Akkumulatorenzellen.

Von Herrn Ingenieur A. Askenasy dahier: Akkumulatorenplatten.

Von Herren Pollack & Co. dahier: Akkumulatorenplatten.

Von Herrn Gottfr. Hagen in Cöln: Akkumulatorenplatten.

Von Herrn Professor Aron in Berlin: 2 Elektrizitätszähler.

Von Herrn Dr. Meissner in München: Abschnitt eines concentrischen Kabels.

Von Herrn Hans Reisert in Köln: Schmierbüchsen.

Von der Vereinigung Mannheimer und Ludwigshafener Industrieller in Mannheim und Ludwigshafen: Elektrometer, Skalenlaterne und Adaptirung eines Galvanometers für Vorlesungszwecke.

Von Herren Schuckert & Co. in Nürnberg: Flachring, Collector, Ausschalter, Sicherungen, Umschalter.

Von Herrn Dr. med. L. Edinger dahier: Ein horizontales Kapillarelektrometer.

2. Für das chemische Laboratorium.

Von Herrn Eugen Tornow dahier: Eine feine analytische Wage.

Von Herren Gebrüder Marx in Mainz: Eine Sammlung von Copal- und Schellacksorten.

Anschaffungen.

Bücher, Zeitschriften.

1. *Zeitschriften (Fortsetzungen).*

1) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Leipzig.
2) Liebig's Annalen der Chemie. Leipzig und Heidelberg.
3) Dingler's Polytechnisches Journal. Stuttgart.
4) Zeitschrift für physikalische Chemie. Leipzig.
5) Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht. Berlin.
6) Journal für praktische Chemie. Leipzig.
7) Chemisches Centralblatt. Leipzig.
8) Zeitschrift für analytische Chemie. Wiesbaden.
9) Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Giessen.
10) Jahresbericht über die Fortschritte der Physik. Berlin.
11) Astronomisches Jahrbuch. Berlin.
12) Astronomische Nachrichten. Altona.
13) Zeitschrift für Mathematik und Physik. Leipzig.
14) Zeitschrift für Instrumentenkunde. Berlin.
15) Elektrotechnische Zeitschrift. Berlin.
16) Archiv der Pharmacie. Halle a. S.
17) Polytechnisches Notizblatt. Frankfurt a. M.

Neuangeschafft wurde:

Journal of the institution of electrical engineers. London. Jahrgang 1890 und 1891.

Apotheker-Zeitung. Organ des Deutschen Apotheker-Vereins. Berlin. (Von Jahrgang I an.)

Als Ergänzungen wurden erworben:

Meteorologische Zeitschrift. 1888—91. Berlin.

Comptes rendues. Paris. Jahrgang 1891.

2. *Bücher.*

H. v. Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik. 2. Aufl. Hamburg und Leipzig. 1.—7. Lieferung.

Naumann, Thermochemie.

van Bebber, Die Wettervorhersage. Stuttgart 1891.

— —, Handbuch der ausübenden Witterungskunde. Zwei Bände. Stuttgart 1885 und 1886.

Apparate.

1. *Für den Hörsaal.*

Ein grosser Schirm für den elektrischen Projectionsapparat.

2. *Für das physikalische Cabinet.*

Ein grosser Erdglobus mit Gebirgsdarstellung.
Eine Tyndall'sche Trommel.
Eine Collection von Apparaten zu objectiven Darstellungen aus dem Gebiete der Optik.
Glasphotogramme zur Projection aus dem Gebiete der Optik, des Magnetismus und der Meteorologie.

3. *Für die elektrotechnische Abtheilung.*

Ein Normalwiderstand von 100 Ohm.

4. *Für das chemische Laboratorium.*

Hempel's Apparate zur Gasanalyse.
Nitrometer und Volumeter nach Lunge.
Zehn Gasbrenner.
Sechs eiserne Stative mit Ringen.
Reagentienflaschen für einen Arbeitstisch.

Uebersicht der Einnahmen und Ausgaben.

1891—1892.

	M.	Pf.	M.	Pf.
A. Einnahmen.				
Saldo	1964	52		
Subventionen	10500	—		
Mitglieder-Beiträge	8847	—		
Praktikanten-Beiträge	7134	50		
Eintrittskarten	432	—		
Aus dem W. Rieger'schen Beitragsfonds ($^4/_5$ des Erträgnisses)	350	—		
Wetterberichte	1558	—		
Zinsen	1129	38		
Geschenke	20473	45		
Vorschuss des Bankiers	750	—	53138	85
B. Ausgaben.				
Rückzahlung des vorjährigen Vorschusses	6350	—		
Gehalte	8631	—		
Remunerationen	7068	67		
Allgemeine Unkosten	4032	37		
Bibliothek	1241	95		
Heizung	596	89		
Beleuchtung	901	19		
Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt	984	98		
Physikalisches Cabinet	434	95		
Chemisches Laboratorium	1831	41		
Bestimmung der mittleren Zeit . .	75	—		
Jahresbericht	1110	88		
W. Rieger'scher Stipendiumfond . .	31	30		
Rückzahlung und Zinsen an die Dr. Senckenberg'sche Stiftung . . .	1000	—		
Pension an Frau Professor Böttger .	600	—		
Gekaufte Werthpapiere	18070	80		
Saldo	177	46	53138	85

Lehrthätigkeit.

Vorlesungen.

Die regelmässigen Vorlesungen wurden von den Docenten des Vereins, den Herren Dr. P. Bode, Dr. W. A. Nippoldt, Dr. R. de Neufville und Dr. J. Epstein gehalten. Der Lectionsplan war folgender:

A. Im Winter-Semester 1891—1892.

Montag und Dienstag, Abends von 7—8 Uhr: Anorganische Experimental-Chemie. I. Theil. Die Metalloïde. Herr Dr. R. de Neufville.

Mittwoch, Abends von 6—7 Uhr: Optik (zugleich Schülervortrag). Herr Dr. P. Bode.

Donnerstag, Abends von 8—9 Uhr: Die Grundlagen der Theorie des Wechselstroms (für Fachleute). Herr Dr. J. Epstein.

Freitag, Abends von 7—8 Uhr: Akustik. Herr Dr. W. A. Nippoldt.

Samstag, Abends von 7—8 Uhr: Vorträge und Mittheilungen über neue Entdeckungen und Erfahrungen im Gebiete der Physik und Chemie, der Astronomie, Meteorologie und Elektrotechnik. Rückblicke auf die elektrotechnische Ausstellung.

B. Im Sommer-Semester 1892.

Montag und Dienstag, Abends von 7—8 Uhr: **Anorganische Experimentalchemie.** II. Theil. **Die Metalle.** Herr Dr. R. de **Neufville.**

Mittwoch, Abends von 6—7 Uhr: **Magnetismus und Reibungselektricität** (zugleich Schülervortrag). Herr Dr. P. **Bode.**

Donnerstag, Abends von 7—8 Uhr: **Die chemischen Präparate der deutschen Pharmakopoe III.** Insbesondere für Aerzte und Apotheker. Herr Dr. R. de **Neufville.**

Freitag, Abends von 7—8 Uhr: **Ausgewählte Kapitel der Astronomie.** Mit praktischen Uebungen an Teleskopen. Herr Dr. W. A. **Nippoldt.**

Samstag, Abends von 7—8 Uhr: **Vorträge und Mittheilungen über neue Entdeckungen und Erfahrungen im Gebiete der Physik und Chemie, der Astronomie, Meteorologie und Elektrotechnik.**

Samstags-Vorlesungen.

I. Von Herrn Dr. P. Bode.

1) **Ueber den Projektionsapparat und seine verschiedenen Anwendungen.** Der Verein ist seit einem Jahre im Besitz einer kostbaren elektrischen Projektionslampe, die in den verschiedensten Gebieten der Physik eine werthvolle Verwendung finden kann. Eine Siemens'sche Contactlampe für 25 Amp. liefert die Lichtquelle. Die Lampe ist durch geeignete Vorrichtungen nach oben und unten sowie seitlich zu verschieben, so dass der Lichtpunkt leicht centrirt werden kann. Zwei planconvexe Condensorlinsen lassen einen convergenten Lichtkegel austreten. Mittelst eines vorzusetzenden Projektionskopfes mit aplanatischem Linsensystem können nun Glasphotogramme auf einen Schirm von 9 qm. Fläche entworfen werden. An einem von der hiesigen Firma **Kühl & Co.** angefertigten Photogramme wurde das Werk der sich selbst regulirenden Lampe erklärt. Es wurde hervorgehoben, dass auch von Amateur-Photographen sehr brauchbare Photogramme gefertigt werden können. Als Beleg dafür zeigte der Vortragende eine Reihe vorzüglicher Bilder, die Herr Oberlehrer Dr. **Reichenbach** sich für seine Vorlesungen über Anatomie gemacht und zur Verfügung gestellt hatte. Bei Vorlesungen aus dem Gebiete der Meteorologie und Astronomie ist man zur Erläuterung des Vortrages vornehmlich auf die Projektion von Bildern angewiesen, die in reicher Auswahl von verschiedenen Firmen bezogen werden

können. Eine Reihe solcher Bilder, von A. Krüss in Hamburg überlassen, wurde erläutert. Photogramme aus den übrigen Zweigen der Physik verfertigt O. Wigand in Zeitz. Von den sehr instructiven Bildern wurden verschiedene vorgeführt.

2) Objektive Darstellungen aus dem Gebiete der Spektralanalyse mit Benutzung des elektrischen Projektionsapparates. Tritt ein Lichtstrahl von einem optischen Medium in ein anderes über, so wird derselbe gebrochen. Mit dieser Brechung ist zu gleicher Zeit eine Farbenerscheinung verbunden, die besonders deutlich auftritt, wenn der Lichtstrahl durch ein dreiseitiges Prisma geht. Newton untersuchte zuerst diese Verhältnisse genauer und sprach in seiner der Royal Society im Jahre 1572 überreichten berühmten Abhandlung die durch Experimente bewiesenen Sätze aus: „Lichtstrahlen von verschiedener Farbe sind auch von verschiedener Brechbarkeit“ und „das Sonnenlicht besteht aus Strahlen verschiedener Brechbarkeit“. Newton hatte durch eine kleine runde Oeffnung Sonnenstrahlen in ein dunkles Zimmer eintreten und auf ein Prisma fallen lassen. Anstatt des runden, weissen Sonnenbildes erhielt er ein langgezogenes, farbiges Band, das er Spektrum nannte. In diesem Spektrum unterschied er bekanntlich die 7 Farbentöne roth, orange, gelb, grün, blau, indigo und violett. Wollaston verwendete statt der runden Oeffnung einen schmalen Spalt und beobachtete in dem so erhaltenen Sonnenspektrum zahlreiche schwarze Linien. Dieselben wurden von Fraunhofer genauer untersucht und sind nach ihm Fraunhofer'sche Linien genannt worden. Melville, Brewster, Talbot, Herschel u. a. bemerkten, dass das Spektrum farbiger Flammen, z. B. der gelben Flamme des Natriums, der rothen des Strontiums, der grünen des Kupfers und der Borsäure, nicht aus einem continuirlichen Spektrum, sondern aus einzelnen scharf abgegrenzten hellen Linien bestehen. Der Zusammenhang dieser hellen Linien mit den Fraunhofer'schen Linien im Sonnenspektrum wurde erst von den Begründern der Spektralanalyse Kirchhoff und Bunsen im Jahre 1859 entdeckt. Kirchhoff hatte vor den Spalt, durch den das Sonnenlicht in das Zimmer eintrat, eine kräftige Kochsalzflamme gestellt War das Sonnenlicht hinreichend gedämpft, so erschienen an Stelle der dunklen Linien im Gelb des Sonnenspektrums zwei helle Linien; überstieg die Intensität des Sonnenlichtes jedoch eine gewisse Grenze, so verschwanden die hellen Linien, und es zeigten sich wieder die dunklen Linien und zwar viel deutlicher als ohne Anwesenheit der Kochsalzflamme. Aus diesem klassischen Experiment schloss Kirchhoff, dass farbige Flammen, in deren Spektrum helle, scharfe Linien vorkommen, Strahlen von der Farbe dieser Linien beim Durchgang so schwächen, dass an Stelle der hellen Linien dunkle auftreten, sobald hinter der Flamme eine Lichtquelle von hinreichender Intensität angebracht wird, in deren Spektrum die Linien sonst fehlen. Er schloss weiter: dass die

dunklen Linien im Sonnenspektrum durch die Anwesenheit derjenigen Stoffe in der glühenden Sonnenatmosphäre entstehen, welche in dem Spektrum einer Flamme helle Linien an demselben Orte erzeugen. Weitere Arbeiten von Kirchhoff und Bunsen, die in demselben und dem folgenden Jahre erschienen, führten die Entdeckung weiter aus und bewiesen ihre vorzügliche Anwendbarkeit in der chemischen Analyse zur Auffindung neuer Elemente. Bunsen entdeckte das Caesium und Rubidium, Crookes das Thallium, Reich und Richter das Indium, Lecoq de Boisbaudran das Gallium und Samarium u. s. w. Die ungemeine Empfindlichkeit dieser Methode ist bekannt. Es genügt $^1/_{3000000}$ mg Natriumdampf, um im Spektrum die charakteristische gelbe Natriumlinie auftreten zu lassen, $^1/_{100000}$ mg Lithiumdampf erzeugt die rothe Lithiumlinie. Der Vortragende ging nun dazu über, die Linienspektra der Alkali- und Schwermetalle objektiv zu zeigen. Als Lichtquelle diente die elektrische Lampe. Die parallel austretenden Strahlen fallen auf einen verstellbaren Spalt, mittelst einer Collimatorlinse wird ein scharfes Bild des Spaltes auf den Projektionsschirm entworfen. In den engsten Theil des austretenden Strahlenbündels wurde ein Schwefelkohlenstoffprisma gesetzt, das ein über einen Meter langes, farbenprächtiges Spektrum lieferte. Durch ein zweites Schwefelkohlenstoffprisma konnte dasselbe noch weiter ausgedehnt werden. In der Lampe war die untere negative Kohle durch eine Revolvervorrichtung ersetzt, in der 5 ausgehöhlte Kohlen standen, die nacheinander Strontium, Baryum, Thallium, Rubidium, Indium enthielten. Das Spektrum von Strontium ist durch sechs rothe, eine orange und eine blaue Linie ausgezeichnet. Baryum zeigt drei helle Linien im Grün und einige weniger helle im Gelb und Orange. Thallium liefert eine charakteristische Linie im Grün, Rubidium zwei Linien im Violett und zwei im äussersten Roth, dann noch einige schwächere im Gelb und Grün, Indium schliesslich gibt eine blaue und eine violette Linie. Von den Schwermetallen wurde zunächst Silber im Flammenbogen verflüchtigt und gab dasselbe ein schönes Spektrum mit glänzend grünen und violetten Linien, von denen die letzteren erst sichtbar wurden, wenn man das Auge längere Zeit auf den violetten Theil des Spektrums richtete. Um zu zeigen, dass diese Linien für die einzelnen Metalle charakteristisch sind und nicht coincidiren, wurde zu dem Silber etwas Thallium gesetzt, dessen grüne Linie sofort aufblitzte und zwar in der Mitte der etwas später erscheinenden Silberlinien. Da das Thallium leichter verdampft als Silber, so trat die Thalliumlinie zuerst auf, verschwand aber auch früher als die Silberlinien. Kupfer zeigte glänzende, grüne Bänder, Zink zwei schöne Linien im Roth und drei im Blau. Messing, eine Legierung von Kupfer und Zink, zeigte die Linien beider Metalle und zwar traten wieder zuerst auf die Linien des flüchtigeren Metalles, des Zinks, die auch zuerst wieder verschwanden. Um in den vorge-

führten Spektren nicht durch die Linien von Natrium und Lithium gestört zu sein, die nicht wieder verschwinden, wenn diese Metalle einmal verdampft sind, wurden diese Spektra nach den Schwermetallen vorgeführt. Es wurde darauf aufmerksam gemacht, dass beim Lithium ausser der Linie im Roth und Orange beim Verbrennen im elektrischen Flammenbogen auch noch eine Linie im Violett erscheint, die bei der subjektiven Betrachtung durch das Spektroskop und der Verflüchtigung des Lithiums im Bunsenbrenner nicht zu sehen ist. Zum Schluss wurde noch die Umkehrung der Natriumlinie objektiv gezeigt. Eine mit Kochsalzlösung getränkte Kohle gab zuerst die gelbe Linie, dann wurde ein Stück metallisches Natrium in die ausgehöhlte Kohle gelegt, beim Berühren der beiden Elektroden entstand an Stelle der hellen die dunkle Natriumlinie.

3) Ueber die Absorptionsspektra mit Benutzung des elektrischen Projektionsapparates. Anknüpfend an den früheren Vortrag, in dem die Emissionsspektra behandelt worden, wurde der für die Spektralanalyse grundlegende Versuch, die Umkehrung der Natriumlinie, durch das von Kirchhoff bewiesene Absorptionsgesetz erklärt. Eine einfache Rechnung zeigte, dass die Umkehrung der hellen Linien nur dann gelingen kann, wenn die Intensität der das weisse Licht ausstrahlenden Lichtquelle bedeutend grösser ist als die der Natriumflamme. Kann man nun nach Belieben die Intensität der weissen Lichtquelle verstärken und schwächen, so muss auch nach Belieben das Absorptions- oder Emissionsspektrum der Natriumflamme erzeugt werden können, was durch das Experiment bestätigt wurde. Wichtiger als die Absorptionsspektra der Gase, von denen noch das des Joddampfes und das der Untersalpetersäure vorgeführt wurde, sind die der flüssigen Körper. So liefert z. B. das übermangansaure Kali noch bei einer Verdünnung von 1:10000 eine sehr charakteristische, aus fünf Streifen bestehende Absorption. Sehr empfindlich ist die Absorption des Blutes. Noch $^{1}/_{9720}$ Blut lässt sich im Spektroskop erkennen. Der Farbstoff des sauerstoffhaltigen Blutes, Oxyhämoglobin, zeigt zwei intensive Absorptionsstreifen im Gelb und Grün. Reducirt man z. B. durch Schwefelammonium den Farbstoff des Blutes zu Hämoglobin, so erhält man nur einen Absorptionsstreifen, der zwischen denen des Oxyhämoglobins liegt. Dieses Verhalten des Blutes ist wichtig für die Erkennung einer Vergiftung des Blutes durch Kohlenoxydgas. Ein so vergiftetes Blut zeigt auch zwei Absorptionsstreifen, die etwas nach der brechbareren Seite des Spektrums verschoben sind; diese Streifen können aber nicht durch Reductionsmittel in einen Streifen verwandelt werden. Fuchsin wird vielfach zur Färbung von Nahrungsmitteln, z. B. Liqueuren, Himbeersaft, ja selbst von Rothwein verwendet. Dasselbe liefert eine Absorption im Gelbgrün und kann leicht erkannt werden, wenn man den Farbstoff z. B. durch Amylalkohol extrahirt. Zum Schluss wurde noch auf die wichtigen Ent-

deckungen hingewiesen, die man durch die Photographie des infrarothen und ultravioletten Theils des Spektrums erhalten hat.

4) Ueber optische Täuschungen. Der Vortragende behandelte zunächst nur diejenigen Täuschungen, die sich aus gewissen Unvollkommenheiten des Nervensystems herleiten lassen. Wird der Sehnerv wenn auch nur momentan gereizt, so vergeht eine messbare Zeit, bis die Wirkung des Reizes wieder verschwindet. Aus dieser Thatsache erklären sich eine Reihe bekannter Erscheinungen, z. B. dass eine im Kreise rasch bewegte glühende Kohle als Kreis erscheint u. s. w. Sehr mannigfach sind die Täuschungen, die bei intermittirender Beleuchtung auftreten, z. B. bei den stroboskopischen Scheiben, dem Lebensrad, dem Anschütz'schen Schnellseher, dem Anorthoskop von Plateau. Bei unseren motorischen sowie sensiblen Nerven ist ferner beobachtet, dass durch einen empfangenen Reiz die Empfindlichkeit für neue Reize gemindert wird. Dieser Zustand der Ermüdung tritt auch bei dem Sehnerv ein. Richtet man das Auge auf eine intensiv rothgefärbte Fläche, so sieht man dieselbe bei plötzlich eintretender weisser Beleuchtung in einem grünblauen Farbenton. Diese auch als successiver Contrast bezeichneten Erscheinungen werden durch die Young-Helmholtz'sche Farbentheorie befriedigend erklärt. Hiervon sind zu unterscheiden die des simultanen Contrastes, die eine unangefochtene Erklärung noch nicht gefunden haben. Mit Hülfe des elektrischen Projektionsapparates wurden die verschiedenen in dieses Gebiet fallenden Versuche vorgeführt.

5) Ueber optische Täuschungen. (Fortsetzung.) Von unserem Auge wird häufig angenommen, dass es ein in physikalischer Hinsicht fehlerfreier Apparat ist; dasselbe leidet jedoch an gewissen Mängeln, die ein gut gearbeitetes optisches System nicht besitzen darf. Abgesehen davon, dass das Auge nicht achromatisch ist, d. h. dass die Brennweiten für verschiedenfarbige Strahlen nicht die gleichen sind, findet man noch einen anderen Fehler, den alle Linsen mit sphärischen Flächen besitzen, die sphärische Aberration. Es werden nämlich die von einem Punkte ausgehenden Strahlen nur annähernd wieder in einem Punkte vereinigt. Durch passende Wahl der brechenden Flächen können diese Abweichungen, die symmetrisch um die optische Axe liegen, auf ein Minimum gebracht werden; ein solches System heisst ein aplanatisches. Das Auge ist nun nicht aplanatisch, sondern zeigt Abweichungen, die man an Linsen wahrnimmt, bei denen der Krümmungsradius in verschiedenen Schnittebenen verschieden ist. Ist z. B. der Krümmungsradius in der horizontalen Ebene grösser als in der vertikalen, so ist auch die Brennweite in jener Ebene grösser als in dieser. Fällt also ein cylindrisches Strahlenbüschel auf eine solche Linse, so wird ein senkrechter Schnitt nach der Brechung nicht an allen Stellen ein Kreis sein, sondern zuerst eine Ellipse, deren grössere Axe horizontal ist, dann eine horizontale Linie, ein

Kreis, eine Ellipse, deren grössere Axe vertikal steht, eine vertikale Linie u. s. w. Diese Erscheinung, die Astigmatismus genannt wird, kann auch an sphärischen Linsen gezeigt werden, wenn man ein cylindrisches Strahlenbüschel unter einem stumpfen Winkel auf die Linse auffallen lässt. Eine Folge des Astigmatismus ist, dass das Auge horizontale und vertikale Linien, die dieselbe Entfernung vom Auge haben, nicht gleichzeitig deutlich sieht. Es wurde z. B. eine vertikale Linie bei 4,6 m Entfernung ebenso scharf gesehen, wie eine horizontale Linie, die 3 m entfernt war. Betrachtet man ein System feiner concentrischer Kreise, so sieht man namentlich bei ungenauer Akkomodation eigenthümliche radiäre Streifen in der Zeichnung, die bei wechselnder Entfernung schnell über die Figur hinzulaufen scheinen. Findet die Bewegung dieser radiären Streifen in derselben Richtung statt, so scheinen sich die Kreise in derselben Richtung zu drehen. Es wurden dann weiter die Erscheinungen der Irradiation vorgeführt und besprochen, sowie noch einige Täuschungen gezeigt, die als geometrisch-optische Täuschungen bekannt sind.

II. Von Herrn Dr. W. A. Nippoldt.

1) Ueber die Ermittelung der Luftfeuchtigkeit in Wohnzimmern, sowie in anderen der Industrie und dem Handel dienenden Räumen und für meteorologische Zwecke. Nicht nur dem kranken Menschen ist in vielen Fällen ein bestimmtes Maass von Feuchtigkeit in den Krankenzimmern zur Wiedererlangung seiner Gesundheit bezugsweise zum günstigen Verlauf seines Krankheitsprozesses von eminentem Vortheil, sondern auch der Gesunde wird, vornehmlich im Winter, in der künstlich geheizten Wohnung nur dann sich dauernd wohlbefinden und vor Krankheiten namentlich der Athmungsorgane schützen, wenn die Luft seines Aufenthaltes die erforderliche Menge Wasserdampf enthält. Ein Tabak- und Cigarrenlager darf nicht zu trocken sein, damit die Waare nicht geschädigt werde; dagegen sollen die Kornspeicher, der Aufbewahrungsraum frischen Fleisches in Schlachthäusern und andere Räume der Industrie und des Handels möglichst trocken und zugleich kühl sein, eine Bedingung, welche meist nur künstlich zu erfüllen ist. In der Textilindustrie, besonders den Wollspinnereien wird sogar bei der Fabrikation ein gewisses Maass, d. h. ein bestimmter Prozentsatz der relativen Feuchtigkeit verlangt, um dem Fabrikat seine wünschenswerthe Güte zu garantiren. Dass auch die Meteorologie auf die genaue Kenntniss des Feuchtigkeitszustandes der Luft einen grossen Werth legt, ist ja allgemein bekannt. Die Wissenschaft gibt nun zwar verschiedene Mittel an, wie man die Feuchtigkeit der Luft ermitteln kann, aber die meisten der Messapparate, Hygrometer genannt, machen grössere oder kleinere Manipulationen nöthig, während die

Technik und das Bedürfniss nach allgemeiner Verwendung einen möglichst einfachen Apparat verlangt, an welchem man ohne Weiteres die zu ermittelnde Grösse ablesen kann, etwa ähnlich wie die Temperatur an einem Thermometer, den Luftdruck am Barometer oder die elektrische Spannung an einem Multiplikator. Die Condensationshygrometer von Daniell und Regnault und das August'sche Psychrometer genügen dieser Bedingung nicht, während natürlich die Methode der direkten Volummessung und Massenwägung noch weitaus umständlicher und zeitraubender ist. Das einzige technisch brauchbare Instrument, welches auch eine allgemeine Verwendung gestattet, ist das von Saussure schon im Jahre 1783 erfundene Haarhygrometer. Zwar wurde dessen Werth von den Physikern anfangs in seiner primitiven Construction nicht völlig anerkannt, da es in Folge früherer Mängel nach kurzem Gebrauche grosse Unrichtigkeiten in seinen Angaben bei Vergleichung mit dem Condensationshygrometer erkennen liess, aber fortgesetzte Verbesserungen, namentlich von Klinkerfues, Koppe und Lambrecht haben das Saussure'sche Instrument auf einen Grad der Vollkommenheit gebracht, welcher selbst für wissenschaftliche Messungen wenig zu wünschen übrig lässt. Namentlich der Letztere, welcher als Techniker bereits das Klinkerfues'sche Haarhygrometer in geeignete praktische Formen gebracht hatte, hat in neuerer Zeit durch sein sogenanntes Polymeter einen äusserst handlichen Apparat geschaffen, der wegen der Einfachheit der aufgewendeten Mittel, der Vollkommenheit in der Erreichung des angestrebten Zieles, der Vielseitigkeit der Verwendung und der sicheren Transportfähigkeit für jede Entfernung, ohne Schaden für die Justirung befürchten zu lassen, das vollste Vertrauen der Wissenschaft und Praxis verdient. Der bei den früheren Constructionen vorhandene Fehler einer dauernden Deformation und Zerrung des Haares ist bei dem Polymeter von W. Lambrecht in Göttingen ganz vermieden. Der Apparat, anfangs vornehmlich zu technischem Gebrauche bestimmt, war mit einer approximativen Skala versehen, welche nur die in der Luft gewöhnlich vorkommenden Feuchtigkeitsgrade, nämlich von 100 bis herab zu 25 Procent relativer Feuchtigkeit mit einer Genauigkeit innerhalb dieser Grenzen anzeigte, welche nur höchstens einen Fehler von $2^1/_2$ Procent zuliess. Aber auch dieser geringe Mangel ist seit etwa einem Jahre von dem Vortragenden beseitigt worden, welcher an Stelle der früheren Skala eine andere setzte, deren Theilung er gemäss der eigenthümlichen Suspension des Haares neu berechnete. Diese neue Skala gestattet den Gebrauch des Polymeters bei allen Feuchtigkeitsgraden von 0 bis 100 Procent mit einer Reduction des Fehlers auf das geringe Maass, welches in der kleinen Verschiedenheit der hygroskopischen Eigenschaft des menschlichen Haares verschiedener Individuen seinen Grund hat. Das Polymeter gleicht in seiner äusseren Form und Grösse dem Pendel einer Standuhr, trägt ausser dem Haar

oder vielmehr einem Haarbündel noch ein Thermometer und besitzt vier Skalen, aber nur zwei Indicas. Zwei kreisrunde Theilungen befinden sich in der Grösse eines Quadranten auf einer unten, entsprechend der Lage der Pendellinse, angebrachten Scheibe unter einem durch die Längenänderungen des Haares im Kreise drehbaren Zeiger. Die eine Theilung zeigt die Procente der relativen Feuchtigkeit, die andere die Anzahl Temperaturgrade an, um welche die Thaupunktstemperatur niedriger als die Lufttemperatur liegt. Zwei andere Theilungen trägt das Thermometer, welches vor dem Pendelstab befestigt ist, links stehen die Temperaturgrade, auf der rechten Seite der Quecksilbersäule wird die Menge Wasserdampf in Grammen für je ein Kubikmeter Luft abgelesen, welche der vollkommenen Sättigung entspricht. Alle Theilungen sind durch Glas vor den Einflüssen der Witterung geschützt. Eine Anzahl dieser Lambrecht'schen Polymeter waren am Abend des Vortrags im Hörsaale aufgehängt, darunter auch ein Reisepolymeter; jedem Apparate war eine Beschreibung und Gebrauchsanweisung beigegeben.

2) Ueber die elektrischen Erscheinungen in der Atmosphäre der Erde und deren wahrscheinliche Ursachen. Die Identität zwischen Blitz und Elektricität wurde bereits von Franklin vor mehr als 100 Jahren erkannt, aber erst in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts zählte man auch die Nordlichter unter die elektrischen Erscheinungen. Dass aber auch bei ganz klarem Himmel die Atmosphäre stets stark elektrisch gefunden wird, wurde erst in dem letzt verflossenen Jahrzehnt endgültig nachgewiesen. Namentlich liefern die ausführlichen Messungen von Prof. Leonhard Weber ein reiches Beobachtungsmaterial, welches in den Jahren 1886 bis 89 sowohl an heiteren wie an trüben und an Gewittertagen im Auftrage des elektrotechnischen Vereins gewonnen wurde. L. Weber bediente sich der bekannten Drachenmethode, die er jedoch dahin verbesserte, dass er zwei Papierdrachen, beide durch eine längere Schnur hinter einander verbunden, steigen liess. Die Schnüre waren in ihrer ganzen Länge mit einem dünnen Metalldraht durchzogen, welcher die Luftelektrizität aspirirte. Die aus der Luft aufgenommene Elektricität wurde durch ein Galvanometer zur Erde abgeleitet und aus den Angaben dieses Messinstrumentes die mittlere elektrische Spannung, gültig für die der Schnurmitte entsprechende Höhe über dem Erdboden berechnet. Die erhaltenen Resultate sind die folgenden. Bei völlig klarem Himmel ist die Elektricität der Luft stets positiv, ihre Spannung nimmt mit der Höhe in stark steigendem Grade zu. Dieses Wachsen ist um so grösser, je geringer der Wasserdampfgehalt der Luft ist. Die Niveauflächen gleicher Spannung sind bei heiterem Himmel nahezu horizontal. Im Mittel aus vielen Sommerbeobachtungen bei einer durchschnittlichen Feuchtigkeit (Dunstdruck) von 8 mm ergaben sich die elektrischen Spannungen in Höhen von 100 m zu

8000 Volt, 150 m zu 10000 Volt, 200 m zu 15000 Volt, 250 m zu 22000 Volt, 300 m zu 40000 Volt, 350 m zu 100000 Volt. An einem klaren Wintertag, dem 13. November 1888 bei nur 2·65 mm Dunstdruck wurde bei 414 m Höhe die elektrische Spannung von 300000 Volt beobachtet. Dagegen zeigte die Luft bei bewölktem Himmel bis in Höhen von 100 m in einzelnen Fällen negative Elektricität, darüber hinaus meist geringere Spannungen als bei heiterem Himmel in gleichen Höhen. Höchst interessant sind die Beobachtungsresultate, welche zur Zeit von Gewittern an einem auf der Stange eines Blitzableiters angebrachten isolirten Draht gewonnen wurden. Die elektrischen Entladungen, welche man hier am Galvanometer beobachtete, zeigten in der überwiegend grössten Zahl aller Fälle ein Strömen negativer Elektricität zur Erde an. Der Vortragende zog nun auf Grund dieses Beobachtungsmaterials folgende Schlussfolgerungen: Die elektrische Ladung der Luft ist in mehr als 100 m Höhe stets positiv, ihre Spannung wächst mit der Höhe um so rascher, je geringer der Wasserdampfgehalt der Luft, also im Winter und in kalten Klimaten rascher als im Sommer und in wärmeren Gegenden. Es bleibt einstweilen noch zweifelhaft, ob die elektrische Ladung der Luft einer irdischen Ursache oder einer kosmischen (durch Influenz) zuzuschreiben ist, doch ist als wahrscheinlich anzunehmen, dass die Luftelektricität keine statische ist, sondern dass vielmehr der jeweils gefundene elektrische Zustand als eine Differenzerscheinung von Ladung und Ausstrahlung aufgefasst werden kann. Die Störung des normalen Zustandes mit horizontalen Niveauflächen gleicher Spannung durch Wolken ist eine direkte Folge der hierbei in vertikaler Richtung veränderten Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft. Entstehende Wolken vermindern, sich auflösende Wolken vermehren den Wasserdampfgehalt. Dementsprechend rücken die Niveauflächen im ersten Falle näher zusammen und entfernen sich von einander im zweiten Falle. Je feuchter die Luft, desto mehr entfernen sich also die elektrischen Niveauflächen von der Erdoberfläche. Die hiermit scheinbar im Widerspruch stehende Thatsache, dass gerade bei sehr feuchter und schwüler Luft Gewitterbildung eintritt, erklärt sich in einfacher Weise aus dem Hinzukommen eines neuen Factors, dem Regen während des Gewitters. Gewitterwolken besitzen eine grosse Vertikaldimension und unterhalb der Wolke ist die Luft relativ sehr feucht. In der obersten Wolkenregion bilden sich zunächst kleine Wassertröpfchen, Nebel, welche vermöge ihrer Kleinheit und dem grossen Luftwiderstand nur sehr langsam fallen; sie würden sämmtlich mit der gleichen Geschwindigkeit fallen, wenn sie alle gleich gross blieben. Dies ist nun nicht der Fall, sondern sehr bald werden durch fortdauerndes Vermischen einzelner kleiner Tropfen mit einander grössere Tropfen gebildet, welche mit zunehmender Schwere aber bei relativ geringerem Luftwiderstand rascher fallen als die kleineren, letztere einholen, sich mit ihnen

mischen und noch grösser werdend mit zunehmender Beschleunigung ihren Weg zur Erde fortsetzen. Die grossen Tropfen verdunsten nicht wieder, zumal sie durch relativ feuchte Luft fallen und gelangen endlich zur Erde. Die Tropfenvereinigung wird Anfangs nicht durch ihre gleichartige elektrische Ladung verhindert, da ihre Potentialdifferenz bei der Tropfenbildung gegenüber der elektrischen Spannung der umgebenden Luft gleich Null ist. Erst bei allmähligem Grösserwerden wächst ihre Spannung über die der Luft. Um aus Nebeltröpfchen von $^1/_{100}$ mm Dicke einen einzigen Tropfen von 1 mm Durchmesser zu bilden, sind eine Million der kleinen nothwendig. Der grössere Tropfen würde aber auch die millionenfache Elektricitätsmenge enthalten, wenn nicht seine elektrische Capacität nur der Dicke proportional wüchse. Hieraus folgt, dass der gewachsene Tropfen während seines Falles zur Erde seine elektrische Ladung an die durchlaufene Luft abgibt und deren Spannung erhöht. Durch diese Elektricitätsabgabe wird die positive Spannung der Luft unter einer Gewitterwolke vermehrt und ein Ausgleich durch einen Blitz mit der Erde erleichtert. Auf diese Weise erklärt sich die stets beobachtete Thatsche, dass kurz vor, während oder nach einem Blitz die Regenmenge plötzlich zunimmt. Die negativ elektrischen Ströme, welche Weber während der Blitzschläge beobachtete, haben wohl ihren Grund in elektrischen Inductionen. Im Winter und in den kalten Polargegenden kann bei klarer Luft und geringem Dampfgehalt die elektrische Ladung der Atmosphäre so gross werden, dass continuirliche Glimmlichtentladungen eintreten, welche als Nordlicht gesehen und vom Erdmagnetismus beeinflusst werden. Hiermit harmonirt die Erfahrung, dass gewitterarme Jahre reich an Nordlichterscheinungen sind und gewitterreiche deren entbehren.

3) Ueber den Einfluss des Mondes auf das Wetter und die Erdbeben. Der Gedanke, dass Mond und Sonne in ähnlicher Weise, als sie Ebbe und Fluth an der Meeresoberfläche erzeugen, auch auf das Luftmeer und das feurig-flüssige Erdinnere einwirken, ist durchaus nicht neu und nicht zuerst bei Herrn Falb aufgetaucht. Während indessen die Physiker und Meteorologen von Beruf sich nicht darauf beschränkten, die Möglichkeit solchen Einflusses auszusprechen, sondern vielmehr auf Grund einer unparteiischen Statistik ihr Urtheil fällten, legt Falb dem wirklichen Zusammenfallen eines Erdbebens, eines Sturmes u. s. w. mit einer Maximalanziehungskraft von Sonne und Mond an einem seiner „kritischen Tage“, für welches er überdies noch einen Spielraum von fünf Tagen zugiebt, eine wesentlich höhere Bedeutung bei, als dem Ausbleiben jener Naturphänomen. Um seiner parteiischen Kritik noch mehr Halt zu geben, führt Falb ausserdem noch an: Anhäufung barometrischer Minima, Gewitter im Winter, während der Nacht und den Morgenstunden, Schneefall im Frühsommer und in Südeuropa, Gewitter gleichzeitig mit Schneefall am gleichen

Orte, plötzliches Thauwetter bei tiefblauem Himmel, Kampf der Aequatorial- mit der Polarströmung, charakterisirt durch Cirrus- oder Streifenwolken, Regenböen, Strichregen, überhaupt sogenanntes Aprilwetter. Herr Professor Pernter in Innsbruck, der in einer von ihm kürzlich herausgegebenen Brochüre die Falb'schen Theoreme kritisch beleuchtet und geisselt, stellt hierbei die Frage auf, was dann wohl noch für Wetter übrig bleibe, welches durch sein Eintreten das Gegentheil beweise. Herr J. van Bebber, der bekannte Meteorologe der deutschen Seewarte, hat in seinem Handbuche der ausübenden Witterungskunde die Frage über den Einfluss des Mondes auf das Wetter sehr ausführlich behandelt und gelangt zu dem Endresultat, dass nur auf den Barometerstand und auch nur in den Tropengegenden sich ein Mondeinfluss erkennen lasse; derselbe betrage aber kaum $^1/_{10}$ Millimeter, komme also niemals in Betracht. Aehnlich verfehlt ist es, die Erdbeben mit den Mondconstellationen in Zusammenhang zu bringen. Gibt man selbst den Einfluss des Mondes auf das feurige Flüssige des Erdinnern zu, so ist doch eine grosse Zahl von Einzeldrucken jener Fluthen erforderlich, um die Festigkeit der Erdrinde zu lockern, sodass die Zeit eines wirklich eintretenden Erdbebens weder bei jedem Voll- oder Neumond, noch gerade während irgend eines dieser Mondphasen vorher zu bestimmen ist. Aus allen diesen Gründen ergibt sich, dass die Angst und der Schrecken der Falb'schen Prophezeiungen jede Berechtigung verlieren.

4) Ueber eine grosse Fehlerquelle bei den Beobachtungen auf meteorologischen Stationen und die Mittel zu ihrer Beseitigung. Das Thermometer bildet in der Meteorologie das hauptsächlichste Instrument zur Ermittelung physikalischer Eigenschaften der Atmosphäre. Nicht nur die Temperatur der Luft, sondern auch Luftdruck und Luftfeuchtigkeit bedürfen zu ihrer Bestimmung der Thermometer. Wenn auch die physikalische Technik in der Lage ist, absolut genaue Thermometer zu construiren, so bietet doch das Messen von Temperaturen vielfache Schwierigkeiten, die hauptsächlich in der Unvollkommenheit der Mittel begründet sind, die dazu dienen, die Temperatur des zu prüfenden Mediums (der Luft) auf das Thermometer zu übertragen. Das alleinige Aufhängen eines Thermometers in Luft genügt durchaus nicht, es muss zugleich Sorge getragen werden, dasselbe vor der strahlenden Wärme benachbarter Gegenstände, Hauswände oder Erdboden mit anderer als der Lufttemperatur zu schützen. Anbringung von Schirmen ist unzureichend, es muss vielmehr die zu prüfende Luft in einem kräftigen Ventilationsstrom an dem Thermometer vorbeigeführt werden. Nur in diesem Falle ist die durch Leitung dem Thermometer mitgetheilte Wärme weitaus grösser, als die durch Strahlung, welche letztere dann als Fehlerquelle um so eher vernachlässigt werden kann, je stärker der benutzte Luftstrom war. Ohne solche Ventilation würde man bei

Tage stets eine zu hohe, bei Nacht eine zu niedrige Temperatur ablesen und es kann der Fehler oft mehr als einige Grad betragen. Wollte man den Luftstrom durch ein Gebläse erzeugen, so läge die Gefahr vor, dass die Temperatur der Luft durch Beeinflussung der Gebläsewandungen eine andere würde, als sie im Freien war; desshalb zieht man es vor, den Luftstrom durch Aspiration mittels eines Luftsaugers herzustellen. Namentlich ist die Ventilation bei der Ablesung des Psychrometers von der grössten Wichtigkeit; leider sind jedoch die Gesetze der Wärmeleitung und der Diffusion der Wasserdämpfe nur sehr unvollkommen bekannt, wesshalb dieses Instrument wenig genaue Resultate liefert.

5) Ueber die abnormen Witterungsverhältnisse des Monats August 1892. Die ausserordentlich hohen Temperaturen des Monats August 1892, welche in Frankfurt 35° C. überstiegen, in einigen anderen Städten Deutschlands sogar bis 40° C. und darüber reichten, sind zwar abnorme, da sie nicht alljährlich wiederkehren, doch werden solche Abnormitäten nicht gar zu selten beobachtet. Der Physikalische Verein verzeichnete

am	4. August	1857	35·8° C.	am	11. Juli	1870	35·0° C.
„	4. Juli	1859	36·3° „	„	10. Juli	1881	36·2° „
„	10. August	1863	36·0° „	„	18. August	1892	36·8° „
„	21. Juli	1865	36·6° „				

als Maximaltemperaturen. Die letzte grosse Hitze des August hatte, wie gewöhnlich immer, auch diesmal ihren Grund in dem dauernden Verharren eines barometrischen Maximums über Deutschland. Am 4. August lag das barometrische Maximum noch westlich von Irland und zog dann am 5. über Centraleuropa, wo es bis zum 20. August stationär blieb. Im Luftdruckmaximum sinkt die Luft allmählich aus den höheren Luftschichten abwärts, erwärmt sich in Folge dessen und schafft heiteren Himmel. Da auch im Maximum ruhige Luft — Windstille — herrscht, so kann die am vorhergehenden Tage erwärmte Luft nicht fortwehen und erfährt jeden folgenden Tag eine weitere Temperaturzunahme. Liegt das Maximum über dem Continent, so wird der Luft durch die hohe Temperatur nur wenig Wasserdampf zugeführt und es bedarf einer grossen Reihe von Tagen, bis der Zuwachs der Luftfeuchtigkeit durch Ausbruch eines Gewitters das labile Gleichgewicht zerstört und der Hitze ein Ende macht. Eine andere Abnormität des letzten Jahres ist aber gerade die grosse Armuth an Gewittern und in dem heurigen Fall nahm die Hitze kein Ende durch solche lokale Wetter, sondern verlor sich allmählig durch Ausgleich mit kühlerer Luft weit entfernter Gegenden.

6) Vorzeigung eines Thaupunktspiegels aus der Fabrik meteorologischer Instrumente von W. Lambrecht in Göttingen. Der Apparat, im Prinzip ein Regnault'sches Hygrometer, zeigt einige wesentliche Verbesserungen namentlich be-

züglich der Beobachtung der ersten Thaubildung, welche an hochpolirter Metallfläche wahrgenommen wird. Auch in der Handhabung des Instrumentes sind mannigfache Verbesserungen zu erkennen, wodurch es auch weniger geübten Beobachtern ein willkommenes Messinstrument sein wird.

III. Von Herrn Dr. R. de Neufville.

1) Ueber das Hydrazin. Das von Professor Curtius in Kiel entdeckte Hydrazin stellt einen in seinen Eigenschaften und seiner Zusammensetzung dem Ammoniak ähnlichen Körper dar; es besteht nur aus Stickstoff und Wasserstoff. Von ganz besonderem Interesse ist seine Entdeckung auch noch desshalb, weil Derivate desselben schon seit langer Zeit bekannt waren und in der Technik ausgedehnte Verwendung gefunden haben. An der Hand einer grösseren Präparatensammlung und einer Reihe von Versuchen zeigte der Vortragende, auf welche Weise diese Verbindung zuerst erhalten worden ist. Er erwähnte die Versuche, die gemacht worden sind, um diesen interessanten Körper leicht in grösserer Menge beschaffen zu können, und besprach zwei in der letzten Zeit entdeckte und unter Patentschutz gestellte Verfahren zur Darstellung des Hydrazins.

2) Ueber ältere und neuere Methoden der technischen Sauerstoffgewinnung. Ausser den älteren Versuchen, die den Sauerstoff aus Chemikalien darstellten und die noch heute zu seiner Bereitung im Laboratorium dienen, erwähnte der Vortragende die Methoden, die angewendet werden, um den Sauerstoff aus der Luft abzuscheiden. Er zeigte dann, wie das Sauerstoffgas zu verschiedenen Zwecken benutzt werden kann, so zur Erzeugung der Knallgasflamme, welche eine so intensive Hitze entwickelt, dass feuerbeständige Körper, z. B. Kalk, zur strahlenden Weissgluth darin erhitzt werden können und als Leuchtkörper verwendet werden. Ferner wurde die Benutzung der Knallgasflamme zu Löthzwecken besprochen. Auch für chemische Zwecke eignet sich das reine Sauerstoffgas, z. B. zur Darstellung des Schwefelsäureanhydrids aus Schwefeldioxyd und Sauerstoff, ausserdem zum Reinigen des Leuchtgases u. s. w. Das gesteigerte Sauerstoffbedürfnis führte zur Entdeckung neuer und zur Verbesserung alter Prozesse. Auf einer neuen Reaktion beruht ein Verfahren von Kassner, das aus bleisaurem Kalk Sauerstoff darstellt und das F. Krupp in Essen ausbeutet. Verbessert und in immer wachsender Ausdehnung begriffen ist ausserdem das Verfahren der Brin's Oxygen Company, das auf der Bildung des Baryumsuperoxydes beruht und nach welchem in Deutschland von Elkan in Berlin Sauerstoff fabrikmässig dargestellt und unter Druck in den Kohlensäurebomben ähnlichen Cylindern verschickt wird.

3) Ueber eine neue Methode zur Bestimmung des Specifischen Gewichtes. Dieselbe beruht auf folgender Ueberlegung: Durch Zugeben von Benzol wird Jodmethylen soweit verdünnt, dass der zu untersuchende Körper oder Krystall gerade darin schwebt. Die Flüssigkeit hat dann genau dasselbe specifische Gewicht, wie der feste Körper und indem man ihre Dichte auf bekannte Weise bestimmt, erhält man das specifische Gewicht des festen Körpers. Der Vorzug des Verfahrens besteht darin, dass man an den kleinsten Stücken noch ebenso gut das specifische Gewicht bestimmen kann, wie mit grösseren Parthien; ferner sinken die von Luft und Mutterlauge einschlussfreien Krystalle zuerst zu Boden, und da diese die reinsten sind, so wird ganz von selbst die Bestimmung des Specifischen Gewichtes stets mit der reinsten Substanz vorgenommen. Um bei Körpern, die ein höheres Specifisches Gewicht wie Jodmethylen zeigen, das Verfahren noch anwenden zu können, befestigt man sie an einen Glasschwimmer, wodurch man auch solche Substanzen noch zum Schweben bringen kann. Zum Schlusse zeigte der Vortragende noch einen Apparat von Messinger zur Bestimmung des Kohlenstoffs auf nassem Wege vermittelst Schwefelsäure und Chromsäure vor.

4) Rückblicke auf das seit hundert Jahren ausgeführte Verfahren der Sodafabrikation nach Leblanc. Die Entdeckung der künstlichen Soda wurde veranlasst durch eine Preisaufgabe der französischen Akademie, welche einen Preis von 12,000 Frs. demjenigen zugesagt hatte, welcher die beste Methode der Umwandlung des Kochsalzes in Soda beschreiben würde. Dieser Preis kam niemals zur Vertheilung, aber durch die damals auftauchenden Projekte wurde Leblanc angeregt, sich mit der Sache zu beschäftigen. Seine Thätigkeit war von Erfolg gekrönt; am 25. September 1791 nahm er ein Patent zur Herstellung der Soda auf künstlichem Wege. Der Inhalt dieses Patents stimmt im Wesentlichen mit den zur Zeit noch üblichen Fabrikationsmethoden überein; trotzdem kam die Fabrik wegen der unruhigen politischen Zeiten nicht in rechten Gang und der Erfinder einer der wichtigsten Zweige der chemischen Industrie nahm sich 1806 im Armenhause zu St. Denis das Leben. Nach seinem Tode entwickelte sich die Industrie zu rascher Blüthe, besonders in England, das der Hauptlieferant der Soda ist. Heutzutage befindet sich die Sodaindustrie nach dem Leblanc'schen Verfahren technisch auf einer äusserst hohen Stufe und nützt ihre Nebenprodukte vollkommen aus, was nicht immer der Fall war; besonders wusste man in früherer Zeit nichts mit den bei der Fabrikation abfallenden Rückständen zu machen. Welche beträchtlichen Summen für verbrauchten Schwefel in den Sodarückständen steckten, beweist das Beispiel der Sodafabrik Dieuze in Lothringen, deren auf die Halden gestürzter Schwefel im Jahre 1869 einen taxirten Werth von 43 Millionen Mark hatte. Auf welche Weise auch diese Rück-

stände jetzt nutzbar gemacht werden, wurde von dem Vortragenden gezeigt, der zum Schlusse noch einige statistische Daten mittheilte. Während im Jahre 1800 die Tonne Soda in England 44 £ 10 s. kostete, war ihr Werth 1889 auf 2 £ 2½ d. gesunken. In Deutschland ist der Aufschwung der Sodaindustrie bemerkenswerth: 1878 betrug die Gesammtproduktion 42,500, 1890 dagegen 195,000 Tonnen. Doch ist diese Steigerung vorzüglich auf Rechnung des neuen Ammoniaksodaverfahrens zu setzen, das jetzt besonders in Deutschland dem alten Leblancprozess scharfe Concurrenz macht.

5) Ueber die künstliche Darstellung des Indigos. Zuerst wurde an die im Anfange der achtziger Jahre von v. Baeyer in München entdeckten Synthesen des Indigos aus Zimmtsäure und Bittermandelöl erinnert, welche zwar wissenschaftlich von dem grössten Interesse waren, die jedoch trotz aller Versuche nicht dazu geführt haben, den Indigo in der Technik auf künstlichem Wege darzustellen, da die Herstellungskosten zu gross sind. Sodann verbreitete sich der Vortragende über zwei neue Methoden, die in den letzten Jahren entdeckt worden sind. Sie beruhen darauf, dass Phenylglycocoll, ein Körper, der aus Anilin und Chloressigsäure entsteht, sich durch Wasserentziehung und Oxydation glatt in Indigo überführen lässt. Besonders die Methode, die Heymann in Elberfeld angewendet hat, die Indigobildung durch rauchende Schwefelsäure herbeizuführen, scheint technisch aussichtsvoll; sie ist im Sommer vorigen Jahres von den Farbfabriken in Elberfeld zum Patent angemeldet worden.

6) Jean Servais Stas (1813—1891). J. S. Stas, Belgiens berühmtester Chemiker, verstarb am 13. December 1891 zu Brüssel. Ein halbes Jahr vor seinem Tode hatte er das 50jährige Jubiläum seiner Zugehörigkeit zur belgischen Akademie der Wissenschaften gefeiert. Anlässlich dieses Tages waren ihm aus der ganzen gebildeten Welt Glückwünsche dargebracht worden und auch der hiesige Physikalische Verein hatte ihn zu seinem Ehrenmitgliede ernannt. Die grossartigen Verdienste von Stas waren nach aussen hin nicht so sehr glänzend und in die Augen springend, doch die Resultate, die er in seinen wahrhaft klassischen Arbeiten „Ueber die Gesetze der chemischen Proportionen" niedergelegt hat, werden für alle Zeiten Musterarbeiten der chemischen Wissenschaft bleiben, und was Genauigkeit anbelangt, so sind seine Atomgewichtsbestimmungen bis heute noch nicht wieder erreicht, geschweige denn übertroffen worden. Ausser diesen Arbeiten war er auch noch mit anderen beschäftigt, die einen mehr praktischen Zweck hatten. Gemeinsam mit Deville und Debray sind von ihm Untersuchungen unternommen worden zur Auffindung einer geeigneten Metalllegirung für die Maass- und Gewichts-Normale. Die Resultate dieser Arbeit sind von dem grössten Interesse für die Chemie der Platinmetalle geworden. In seinen letzten Jahren hat sich Stas besonders spektralanalytisch beschäftigt, über

welche Arbeiten jedoch nur kurze Notizen in die Oeffentlichkeit gedrungen sind, so dass auch hier noch die interessantesten Resultate erwartet werden dürfen.

7) Ueber die Benutzung des Lichtes zu chemischen Reaktionen. Unter Anwendung verschiedener Lichtquellen, die reich an chemisch wirksamen Strahlen sind, wie Magnesiumlicht, elektrisches Bogenlicht und einer mit Sauerstoff gespeisten Schwefelkohlenstoffflamme demonstrirte der Vortragende den photographischen Copirprozess, ferner die Einwirkung des Lichts auf mit Chromsäure präparirte Gelatine; letztere Reaktion ist wichtig, da auf ihr der jetzt so viel angewandte Lichtdruck beruht. Ausserdem wurden noch mehrere andere Reaktionen gezeigt, die unter dem Einflusse des Lichtes vor sich gehen, wie z. B. die Reduktion des Quecksilberchlorids zu Chlorür und die Ueberführung der Ferrisalze in Ferroverbindungen, ein Vorgang, der bei dem sogenannten Blaucopirverfahren benutzt wird.

8) Ueber die Darstellung des Zellstoffs zur Papierfabrikation nach dem Natron- und dem Sulfitverfahren, sowie über einen neuen Prozess, der die gleichzeitige Gewinnung von Oxalsäure erlaubt. Sämmtliche Verfahren zur Isolirung des Zellstoffs beruhen darauf, durch den Einfluss gewisser chemischer Agentien die Masse, in welche der reine Zellstoff im Holz eingelagert ist, aufzulösen; man erhält dann die reine Holzfaser, welche ein vorzügliches Material zur Papierfabrikation liefert. Zum Auflösen dieser Masse, der sogenannten inkrustirenden Substanz, benutzt man bei dem Natroncelluloseverfahren die kaustische Soda, welche den Zellstoff blosslegt; derselbe wird gewaschen und gebleicht und geht dann in die Papierfabriken. Die benutzten Laugen werden eingedampft und geglüht; man erhält aus ihnen Soda, die wieder in die Fabrikation zurückkehrt. Starke Concurrenz macht diesem Prozess die sogenannte Sulfitcellulose, welche in neuerer Zeit dargestellt wird. Dieselbe wird erhalten, indem man zerkleinertes Holz mit einer Lösung von Calciumbisulfit, dargestellt aus Kalk und schwefliger Säure, unter Druck erhitzt. Die Produktion an Sulfitcellulose in Deutschland ist sehr beträchtlich, sie beträgt etwa 1,500,000 Kilocentner jährlich, wovon ein beträchtlicher Theil exportirt wird. Bei beiden Verfahren gehen die aufzulösenden sogenannten inkrustirenden Substanzen verloren; es ist desshalb ein Prozess von Interesse, welcher auch diese zu gewinnen sucht. Die Idee dieses neuen Vorschlags ist folgende: Durch Salpetersäure werden unter gewissen Bedingungen die um den Zellstoff lagernden Verbindungen oxydirt und zwar zu Oxalsäure; man erhält so einen sehr schönen Zellstoff und ausserdem Oxalsäure in erheblicher Menge. Dem Verfahren stehen noch einige technische Schwierigkeiten, besonders die Construction grosser säurebeständiger Apparate entgegen.

9) Ueber die Methoden zur Analyse gasförmiger Körper und ihre Anwendungen. Nachdem der Vortragende

die Principien besprochen hatte, auf welchen die Untersuchungen gasförmiger Produkte beruhen, kam er auf die Anwendungen dieser Art der Analyse zu sprechen und zeigte, von welcher bedeutenden Wichtigkeit gerade diese Untersuchungen in den verschiedensten Fällen sein können; wie sich z. B. durch die quantitative Bestimmung der Verbrennungsgase ein Bild gewinnen lässt, ob eine Feuerungsanlage rationell arbeitet oder nicht, wie die Luft in stark mit Menschen erfüllten Räumen an Kohlensäure zunimmt, wie durch deren Bestimmung ein Anhaltspunkt gewonnen wird, wenn die Luft eine gesundheitsschädliche Zusammensetzung angenommen hat, und ob dann die Ventilation richtig arbeitet. Auch in den verschiedensten Zweigen der chemischen Technik werden jetzt Analysen der gasförmigen Produkte zur Controlle des Betriebs gemacht. Während früher gasanalytische Untersuchungen eine langwierige und schwierige Arbeit waren, sind dieselben gegenwärtig durch zweckmässige Construktion der Apparate so vereinfacht, dass in vielen Fällen dieselben auch von Nichtchemikern unternommen werden können; auch hat man andererseits bekannte analytische Methoden so umgeformt, dass sie sich zu gasanalytischen Untersuchungen gestalten.

10) Ueber überschwefelsaure Salze. Es ist eine von Berthélot beobachtete Thatsache, dass bei der Elektrolyse von concentrirter Schwefelsäure am positiven Pol eine Flüssigkeit auftritt, die stark oxydirende Wirkungen zeigt und die man als Ueberschwefelsäure angesprochen hat. Da es seiner Zeit nicht gelungen war, Salze der neuen Verbindung herzustellen, so betrachtete man die Verbindung nicht als wirkliche Säure, sondern als ein Superoxyd der Schwefelsäure. In neuester Zeit ist es nun sowohl Marshall als auch Berthélot gelungen, Salze der Ueberschwefelsäure darzustellen, und zwar durch Elektrolyse von saurem Kalium- und Ammoniumsulfat. Die so erhaltenen Persulfate KSO_4 und $(NH_4)SO_4$ sind ziemlich beständige Verbindungen, die sich aus Wasser umkrystallisiren lassen und gewisse Analogien mit den Perchloraten zeigen. Es wurde sowohl die Darstellung überschwefelsaurer Salze vorgeführt, als auch das reine Kalium- und Ammoniumsalz gezeigt.

11) Ueber eine neue maassanalytische Methode zur Bestimmung der Schwefelsäure in ihren Salzen. Dieselbe beruht darauf, dass zu einer salzsauren Baryumchromatlösung das zu bestimmende schwefelsaure Salz gegeben wird; es fällt Baryumsulfat, sodann wird mit Ammoniak alkalisch gemacht, wobei Baryumchromat niederfällt, während eine dem angewandten Sulfat äquivalente Menge Chromsäure als Ammonsalz in Lösung bleibt. Diese Chromsäure wird mit Ferrosalz titrirt. Ausser der Umständlichkeit leidet die Methode noch an einem weiteren principiellen Fehler; in der salzsauren Lösung des Baryumchromats zersetzt sich nämlich die Chromsäure schon bei gewöhnlicher Temperatur und es fallen daher die Resultate zu niedrig aus.

IV. Von Herrn Dr. J. Epstein.

Rückblicke auf die Internationale Elektrotechnische Ausstellung zu Frankfurt a. M. 1891.

1) Ueber Akkumulatoren. Der Vortragende unterstützte seine Ausführungen durch eine Reihe von Experimenten, welche die Wirksamkeit der Akkumulatoren erläuterten, sowie durch eine Reihe von Platten, zu Batterien verschiedener Art gehörig, welche die verschiedenen Stufen der Fabrikation erkennen liessen, wie solche für die Systeme Correns, Hagen, de Khotinsky, Oerlikon, Pollack und Tudor vorlagen. Zwei metallische Bleiplatten tauchten in ein Gefäss mit verdünnter Schwefelsäure. Nachdem durch die Zellen kurze Zeit ein elektrischer Strom geleitet war, waren dieselben zur Rücklieferung eines solchen befähigt und konnte ein kleines Glühlämpchen in Thätigkeit versetzt werden. Ein Zusatz von Wasserglas zur Säure liess die Flüssigkeit gelatiniren, sodass ein festes Elektrolyt entstand. Auch in diesem Zustande konnte das Modell geladen und zur Speisung des Glühlämpchens benutzt werden. Die heutzutage im Gebrauch befindlichen Akkumulatoren werden im Allgemeinen nicht mehr nur aus metallischem Blei hergestellt, wie dies nach dem ursprünglichen, Planté-schem Verfahren der Fall war. Man hat gelernt — das Verfahren, welches sich an den Namen von Faure knüpft — durch Aufbringung von Bleisalzen die Formirungsarbeit abzukürzen, d. h. diejenige Arbeit, welche erforderlich ist, um die Platten in eine für Aufnahme der aufzuspeichernden Energie geeignete Form überzuführen. Hierdurch wird gleichzeitig die Aufnahmfähigkeit der Platten wesentlich gesteigert. Auch die Herstellung von Akkumulatoren unter Einknetung von Bleisalzen in Platten geeigneter Form wurde an Hand einiger Platten vorgeführt und die Formirung derselben eingeleitet.

2) Die Beleuchtung mittelst Bogenlicht. Abgesehen von der Verwendung ausserordentlich grosser Stromstärken — in den Scheinwerfern — und ungewöhnlich geringer Stromstärken für Bogenlampen nahm das Hauptinterresse die Frage nach dem Unterschied von Gleichstrom- und Wechselstrombogenlicht in Anspruch. Die Verschiedenheit ist theilweise in dem zeitlich verschiedenen Verlauf, theilweise in der räumlich verschiedenen Form des Vorganges in beiden begründet. Die zeitlichen Pulsationen im Wechselstrombogenlicht wurden durch eine rotirende Sektorenscheibe sichtbar gemacht; je nachdem bei wechselnder Umdrehungsgeschwindigkeit der Wechsel zwischen hellem und dunklem Sektor ebensoschnell, rascher oder langsamer erfolgte, als die Pulsationen des Stromes, schien die Scheibe still zu stehen, sich vorwärts oder rückwärts zu bewegen. Ausserdem machten sich die Pulsationen in dem durch sie wachgerufenen Ton bemerkbar. Die Verschiedenheit im Abbrand der Kohlenspitzen trat in den Projektionen eines Gleichstrom- und eines Wechselstrom-Lichtbogens

hervor. Dieselbe bedingt eine verschiedene Lichtvertheilung und erreicht man es bei Gleichstrom, dass die grösste Lichtmenge nach unten fällt, während bei Wechselstrom das Licht gleichmässig nach oben und unten ausstrahlt. Im Zusammenhang mit dieser Vorführung der physikalischen Unterschiede glaubt Redner daran erinnern zu müssen, dass dem unbefangenen Ausstellungsbesucher wohl kaum ein Unterschied in der Brennweise der verschiedenen Lampen aufgefallen sein dürfte. Ein besonderes Interesse nahm auf der Ausstellung der Versuch in Anspruch, 3 Wechselstromlampen in Hintereinanderschaltung mit einer Spannung brennen zu lassen, die bei Gleichstrom nur für deren zwei ausreicht. Zum Schluss erläuterte der Vortragende noch die Prinzipien der Regurlirungsweise der Bogenlampen an einigen der zur Verfügung stehenden Formen.

3) Die Beleuchtung mittelst Glühlicht. An einer reichen Collection von Lampen, ein Geschenk der „Elektriziteits Maatschappy, System de Khotinsky" erläuterte Redner die Mannigfaltigkeit der hier möglichen Abstufungen. Zwei gleichzeitig brennende Gruppen von Lampen für Helligkeit von 5—50 Normalkerzen, von denen die eine für Spannung von 65, die andere für solche von 110 Volt verfertigt war, liessen an den eingeschalteten Messinstrumenten erkennen, dass in dem Maasse, als die eine weniger Spannung beanspruchte, sie eine grössere Ampèrezahl absorbirte, dass somit der für Hervorbringung der gleichen Lichtmenge erforderliche elektrische Effekt in beiden Fällen der gleiche war. Dem gegenüber betont Redner die ausserordentlichen Fortschritte, welche in letzter Zeit gemacht seien, um Lampen von günstigerer Oekonomie des Betriebes herzustellen, und wies darauf hin, dass Fortschritte auf diesem Gebiete gerade auch in der Frage des Centralbetriebes, unabhängig von dem Kampfe der Systeme, von hervorragender Bedeutung seien. Als Lampen verschiedener Oekonomie wurden drei 16kerzige Lampen vorgeführt, von denen die eine, z. Z. wohl die verbreitetste Lampensorte, auf die Normalkerze einen Betrag von 3$^1/_3$ Volt-Ampères beansprucht, die andere sich für die gleiche Helligkeit mit einem solchen von 2$^1/_2$, ja mit 1$^1/_2$ Volt-Ampère begnügt. Diese günstige Oekonomie wird durch Wahl einer höheren Temperatur des glühenden Fadens ermöglicht und geht hiermit die weissere Farbe des Lichts Hand in Hand, welche bei dem angestellten Versuche deutlich hervortrat. Die Schwierigkeit liegt jedoch in der aus der höheren Temperatur resultirenden stärkeren Beanspruchung der Lampe und kann daher seitens der Fabrik für Lampen günstigerer Oekonomie nicht die gleiche Lebensdauer garantirt werden, als für andere. Es ist somit Sache des speziellen Kostenüberschlags, ob es sich für einen bestimmten Betrieb empfiehlt, Lampen höherer oder geringerer Oekonomie zu verwenden. In Bezug auf die Fabrikation der Glühlampen führt Redner an, dass z. Z. fast durchgängig die Kohle als Fadenmaterial benutzt werde, die man durch Carbonisiren

irgend welcher geeigneten Materialien erhält. Als Beispiel benutzt der Vortragende Bindfaden, der durch Glühen unter Luftabschluss in Kohlenpulver carbonisirt war; da ein ungleichmässiger Faden sich an den schwächeren Stellen stärker erhitzen würde, so würde er hierin eine Gefahr für seine Haltbarkeit besitzen. Es wird daher die vorher carbonisirte Faser in eine Kohlen-Wasserstoff-Atmosphäre gebracht, aus der sich bei Benutzung des Fadens durch den Strom gerade an den heissesten Stellen durch Zersetzung fester Kohlenstoff ablagert und so den Faden längs seiner gesammten Ausdehnung mit einer ausgleichenden Schicht überzieht. Durch Einbringen eines durch Glühen in Kohlenpulver carbonisirten Bindfadens in einen mit Leuchtgas gefüllten Kolben und Hindurchleiten von Strom durch den Faden wurde dieser Prozess erläutert, dessen Fortschreiten sich an den Angaben eines eingeschalteten Ampèremeters bemerkbar machte, welches infolge der Verringerung des Widerstandes des Fadens heraufging. Die Aufeinanderfolge der einzelnen Fabrikationsstufen bei Herstellung der Glühlampe wurde an einer Collection unfertiger Lampen in verschiedenen Stadien erläutert.

4) Die Ausstellung des Physikalischen Vereins unter Vorführung von Sömmerring's Telegraphen vom Jahre 1809 und des Reis'schen Telephons. Der im Original vertretene Sömmerring'sche Telegraphen-Apparat, welcher bekanntlich auf Wasserzersetzung beruht, stellt den ersten praktisch ausgeführten Versuch einer Telegraphie mittels galvanischen Stromes dar. Der Apparat, dessen Wirkungsweise durch Projektion desselben dem Auditorium sichtbar gemacht wurde, ist seitens der Familie Sömmerring dem Verein zum dauernden Besitz übergeben worden. Derselbe wird in geeigneter Weise aufgestellt und dafür Sorge getragen werden, dass er jederzeit im Betriebe vorgeführt werden kann. Des weiteren erläuterte der Vortragende die Copie des Reis'schen Telephons, welches in sich sowohl das Prinzip unseres heutigen Mikrophons wie Telephons birgt und ging schliesslich zur Erklärung der ausgestellten Pläne des physikalischen Instituts über, bei denen auch ein geplanter Ausbau, auf dessen Dringlichkeit hingewiesen wurde, zur Besichtigung kam. Mehrere Mitglieder der Familie Sömmerring wohnten dem Vortrage bei.

5) Die Apparate der physikalisch-technischen Reichsanstalt. Nach einem Hinweis auf die Aufgaben und Bedeutung der technischen Abtheilung der physikalisch-technischen Reichsanstalt besprach der Vortragende die Apparate derselben auf der elektrotechnischen Ausstellung und erläuterte seine Ausführungen durch Vorführung solcher, die ihm von der Reichsanstalt gütigst zur Verfügung gestellt waren. Nach Besprechung der dem Bunsen'schen Photometer in der ursprünglichen Form anhaftenden Mängel beschrieb der Vortragende die von den Herren Lummer und Brodhun getroffenen Anordnungen,

durch die es ermöglicht wird, bei Helligkeitsbestimmungen eine bei weitem grössere Genauigkeit als bisher zu erzielen. Infolge der Beziehungen zwischen Spannung, Stromstärke und Widerstand genügt es, für zwei dieser Grössen Normalien zu besitzen. Redner besprach die an Messwiderstände zu stellenden Anforderungen und erläuterte den Gedankengang, aus welchem heraus die Construction von Mess- und Abzweigwiderständen von Seiten der Reichsanstalt geschaffen wurde. Als weiteres Normal stellt die Reichsanstalt durch Beglaubigung von Normalelementen Spannungs-Etalons zur Verfügung. Der Vortragende behandelte sodann noch die auf Compensation entgegengesetzter gleicher Spannungen gegründeten Methoden, mit Hülfe solcher Normalelemente andere Spannungen und damit indirekt Stromstärken zu messen. Ein am nächsten Tage stattgehabter Besuch des elektrotechnischen Laboratoriums des Vereins gab Gelegenheit, die von der Reichsanstalt hierfür ausgearbeiteten Methoden im Betriebe kennen zu lernen.

6) Ueber die gegenseitigen Störungen elektrischer Leitungen. Dieselben sind in der Hauptsache in drei Quellen begründet: Ungenügende Isolation, Influenz- und Inductionswirkungen. Während die Isolationsstörungen z. Th. auf Mängel in der Ausführung zurückzuführen sind, insbesondere durch die Benutzung der Erde als Rückleitung im Signalwesen eine erhöhte Bedeutung gewinnen, haften diejenigen durch Influenz und Induction den Leitungen in mehr prinzipieller Weise an. Beide hängen von den zu Tage tretenden Schwankungen ab, erstere von den Schwankungen der Spannung, letztere von denjenigen der Stromstärke. Durch Verwendung metallischer Rückleitungen für beide Theile und möglichst nahe Führung der Hin- und Rückleitung ist man im Allgemeinen bestrebt gewesen, die inductorischen Wirkungen auf ein Minimum zu beschränken. Beide Störungen treten sowohl bei Wechselströmen, sei es der Starkstromtechnik, sei es bei Telephonströmen auf, als bei den pulsirenden Gleichströmen, sowohl des Telegraphenbetriebes als dynamoelektrischer Anlagen. Naturgemäss sind die Gefahren der Störungen durch Starkstrombetriebe bei Weitem grösser und haben solche bis auf Entfernungen von 60 m stattgefunden. Dem Interesse der Telegraphenverwaltungen für diese Verhältnisse verdanken wir eine Reihe werthvoller Arbeiten; Redner besprach insbesondere die sich daraus ergebenden Resultate. Theoretisch ist danach ein Selbstschutz in dem Sinne, dass eine Leitung gegen jede in der Nachbarschaft mögliche geschützt sei, nicht möglich. Für Schwachstromleitungen gibt auch die Theorie zu, dass sich an einem Gestänge mehrere Stromkreise, welche sämmtlich metallische Rückleitungen besitzen, so anordnen lassen, dass eine in Betracht kommende Beeinflussung nicht existirt. Die Mittel zur Beseitigung dieser Störungen bestehen in der Hauptsache in einer gewissen, gesetzmässigen Anordnung der betreffenden Leitungen, welche sämmtlich aus Schleifen bestehen. Um dieselben gegen zum System nicht gehörige

Leitungen zu schützen, werden Verdrillungen angewandt. Redner schloss in der Hoffnung, dass es gelingen werde, die Schwierigkeiten im einzelnen Fall zur beiderseitigen Zufriedenheit zu lösen, unter Hinweis auf die Worte des Chef-Elektrikers Preece der englischen Telegraphen-Verwaltungen auf dem Frankfurter Congresse: „Wir haben nach und nach alle Schwierigkeiten beseitigt, welche durch innerliche oder äusserliche Ursachen veranlasst wurden, und welche das Sprechen auf weite Entfernungen unmöglich machten. Wir haben Telephon-Linien zum Schweigen gebracht trotz Wechselströmen von 10,000 Volt. Schwere Kupferleitungen, geringere Inductionskapacität, metallische Stromkreise und kreuzweise angeordnete Drähte haben alle Inductionsstörungen beseitigt."

7) Ueber Condensatoren und deren technische Verwendung. Mittelst eines Spiegelgalvanometers wies der Vortragende das Auftreten eines Lade- und eines Entladestromes beim Anschluss eines mit grösserer Capacität behafteten Leiters nach und besprach die aus diesen Verhältnissen für die Telegraphie und Telephonie über grosse Entfernungen erwachsenden Schwierigkeiten. Ist ein Condensator an eine Wechselstromquelle angeschlossen, so findet für beide Belege ein fortwährend anwachsendes Zu- und Abfliessen von Elektricität statt. So gelang es, ein Telephon durch eine Leidener Flasche hindurch zum Tönen zu bringen. Von den Verwendungen des Condensators im Signalwesen erläuterte der Vortragende als physikalich interessant das Rysselberghe'sche Verfahren, welches bezweckt, einen Draht gleichzeitig zum Telegraphiren und Telephoniren zu verwenden. Auch in der Starkstromtechnik ist man und zwar für Wechselstromanlagen der Verwendung von Condensatoren näher getreten, und kommt hier vor Allem auch die durch ihre Einschaltung bedingte Verschiebung der Stromwelle in Frage.

8) Ueber Elektrometer. Der Vortragende besprach die Ausbildung des Elektroskopes zum Elektrometer und zeigte die nur quantitativ verschiedene Wirkungsweise der durch Reibung, Galvanismus oder Induction erzeugten Elektricität auf ein solches. Zur Messung hoher Potentiale, durch Reiben einer Siegellackstange oder durch einen Transformator hervorgebracht, diente ein Elektrometer nach Professor Braun, während für den Nachweis des Potentialgefälles längs der stromdurchflossenen Leitung das für geringere Beträge empfindliche Carpentier-sche Spiegelelektrometer benutzt wurde. Auch ein Lippmann'sches Kapillarelektrometer wurde vorgeführt und auf dessen Verwendbarkeit für physiologische Zwecke hingewiesen.

9) Thomson'sche Versuche. Die unter dem Namen der Thomson'schen Versuche bekannt gewordenen überraschenden Experimente an Wechselstromelektromagneten wurden vorgeführt. Eine auf den Elektromagneten aufgelegte Kupferscheibe wurde bei dessen Erregung mit Gleichstrom herabgeschleudert, eine über dem Pol an einer

Wage aufgehängte Scheibe bei Schliessung eines Gleichstromes abgestossen, bei Oeffnung angezogen. Man sollte hieraus erwarten, dass bei Verwendung von Wechselstrom Anziehung und Abstossung sich das Gleichgewicht halten würden. Dem ist aber nicht so. Wie die Theorie zeigt und durch eine graphische Darstellung veranschaulicht wurde, findet eine zeitliche Verschiebung der Vorgänge im Magneten und in der Scheibe statt, die ein Ueberwiegen der Abstossung bedingen. In der That geht bei Verwendung von Wechselstrom die Scheibe nach oben und wird in der Schwebe gehalten; ein Ring schwebte frei und bedurfte eine Befestigung durch nach unten gespannte Fäden, um nicht wegzufliegen. Bei all diesen Versuchen ergab sich eine beträchtliche Erwärmung der beeinflussten Scheiben bez. Ringe, hervorgerufen durch die in ihnen durch Induction seitens des Magneten erzeugten Ströme. Diese sind auch die Ursache der eintretenden Bewegungen. Zur Veranschaulichung bediente sich der Vortragende eines gelötheten Ringes. Derselbe wurde in der bereits beobachteten Weise abgestossen und blieb schweben. Durch den in ihm inducirten Strom trat eine Erwärmung ein, das Loth schmolz, unterbrach die Strombahn und der Ring fiel herab. Beeinträchtigte man die Symmetrie des Feldes durch hineingebrachte Leiter, so geriethen drehbare Kupferscheiben in Rotation. Weitere interessante Erscheinungen zeigten sich an einem Bündel weicher Eisendrähte, die an den Magnetpol angelegt wurden, inbezug auf die Beeinflussung von deren Magnetismus durch aufgeschobene Kupferringe, die gewissermassen eine Stauung und Ausweichen der Kraftlinien zu Folge haben. Der Vortragende erläuterte diese Verhältnisse durch einen weiteren Versuch. Das magnetisirte Eisenbündel vermochte an seinem äusseren Ende ein Eisenstück zu tragen, wurde jedoch über dem Bündel eine geschlossene Drahtspule aufgebracht, so fiel das Eisenstück herab, verschob man die Spule dem Pole zu, so trat am Ende wieder genügend Magnetismus zum Tragen des Eisens auf.

10) Ueber Elektromotoren. Nach Ableitung der Wirkungsweise des Gleichstrommotors und der Beziehungen zwischen Klemmenspannung, Umdrehungszahl, Zugkraft und Stromstärke veranschaulichte der Vortragende diese Verhältnisse an einem für den Aufzug verschiedener Gewichte in Betrieb gesetzten Motor. Da die Umdrehungsrichtung eines Gleichstrommotors von der Stromrichtung unabhängig ist, lässt sich das gleiche Prinzip, wie ein Versuch veranschaulichte, auch für Wechselstrommotoren verwenden, die in gleicher Weise, wie Gleichstrommotoren unter Belastung angehen, mit beliebiger Umdrehungszahl laufen könnten. Doch stellen sich eine Reihe von Unzuträglichkeiten ein, die das Prinzip höchstens für kleinere Formen haben Anwendung finden lassen. Verwendet man mit Gleichstrom erregte Magnete, so lässt sich bei Umkehr der Wechselstrommaschine eine gleichgerichtete Kraftäusserung nur erzielen, wenn die Zeitpunkte der Polvorübergänge mit den Stromwechseln zusammenfallen. Derartige „synchrone“

Motoren gehen nicht von selbst oder unter Belastung an und bleiben bei Ueberlastung stehen. Auch diese Verhältnisse wurden experimentell erläutert und schliesslich, als Modell eines Mehrphasenmotors, die Drehung einer Eisenscheibe im „Drehfeld" vorgeführt. Die speciellere Behandlung des Wechselstrommotors blieb einem besonderen Vortrage vorbehalten.

V. Vorträge von anderen Herren.

1) Herr Dr. F. Ristenpart, Assistent der Sternwarte in Karlsruhe: Ueber neue und veränderliche Sterne. Ausgehend von der Ueberzeugung der Unveränderlichkeit des Sternengewölbes, die der irdische Betrachter bei fortgesetzter Beobachtung des Himmels bald gewinnt, schilderte Redner zunächst den gewaltigen Eindruck, den der 1572 erschienene neue Stern in der Cassiopea, der erste, über den wir genauer unterrichtet sind, auf die Zeitgenossen und seinen hauptsächlichsten Beobachter Tycho de Brahe machte. Der Vortragende gab dann ein Verzeichniss der bekannt gewordenen 27 Erscheinungen neuer Sterne bis auf den neuesten im Sternbild des Fuhrmanns erschienenen und knüpfte an die einzelnen eine kurze Besprechung an. Die vermuthete Identität der 945, 1264, 1572 im Sternbild der Cassiopea aufleuchtenden Sterne unter sich und mit dem Stern der Weisen, von dem das Evangelium erzählt, wurde erwähnt und darauf hingewiesen, dass im Falle des Bestehens dieser Indentität der Stern in allernächster Zeit wieder zu erwarten sein würde. Hieran schloss sich eine Besprechung der veränderlichen Sterne vom Algoltypus, die sich durch die grosse Regelmässigkeit ihres Lichtwechsels auszeichnen. Algol oder β Persei, der der Klasse den Namen gegeben hat, behält die 2.2 Grösse unverändert während 59 Stunden bei, nimmt nun langsam während $4^1/_2$ Stunden an Glanz ab und sinkt auf die 3.7 Grösse; dann steigt sein Glanz wieder vollkommen symmetrisch zur vorhergehenden Abnahme auf die Grösse 2.2 und nach weiteren 59 Stunden wiederholt sich das ganze Schauspiel. Die genaue Periode des Lichtwechsels ist 2 Tage 20 Stunden 48 Minuten und 51.91 Sekunden und nimmt langsam ab. Die Erklärung des Vorgangs wird durch die Annahme eines weniger hellen Begleiters von Algol gegeben, der, für uns wegen seines geringen Lichtes nicht sichtbar, sich in der angegebenen Zeit um Algol dreht und durch Vortreten vor die leuchtende Algolscheibe während der 9 Stunden der Lichtabnahme uns einen Theil von dessen Licht entzieht. Diese Hypothese hat eine Bestätigung gefunden durch spektroskopische, an Algol angestellte Beobachtungen, die ergeben, dass sich vor dem Minimum Algol von der Sonne entfernt mit einer Geschwindigkeit von 5.3 Meilen,

nach dem Minimum aber mit einer Geschwindigkeit von 6.1 Meilen sich auf uns zubewegt, wie dies seine Umlaufsbewegung erfordert. Endlich wurde auf die Hypothesen, welche das Aufleuchten der neuen Sterne erklären sollen, näher eingegangen. Man kann einen Stern als bereits erkaltet und nicht mehr leuchtend annehmen; durch irgend welche innere Vorgänge wird an einer Stelle die Kruste gesprengt, das gluthflüssige Innere tritt hervor und gleichzeitig glühende Gase, besonders Wasserstoff und Stickstoff, deren Vorhandensein das Spektroskop nachgewiesen hat; auf diese Weise wird der Stern wieder leuchtend, bis die hervorgebrochenen Massen erkaltet und die ausgetretenen Gase verbrannt sind. Eine weitere Annahme ist die, dass bei dem Sinken der Temperatur in den Atmosphären der Fixsterne gewisse Elemente, die vorher getrennt vorhanden, sich zu den entsprechenden chemischen Verbindungen vereinigen, und dass die hierbei frei gewordene Wärme ein plötzliches Aufhellen des Sterns veranlasst. Dieser Vorgang könnte sich auf demselben Fixsterne mehrmals wiederholen, bis sich alle chemischen Verbindungen aus den Elementen gebildet haben. Auch der Zusammenstoss zweier dunkeler Weltkörper würde eine ungeheuere Erhitzung beider zur Folge haben, die ausreichen würde, beide vollkommen zu verflüchtigen und in einen Nebelfleck umzuwandeln; auf solche Vorgänge deuten die spektroskopischen Beobachtungen des neuen Sterns im Schwan 1876, dessen Spektrum zuletzt nur aus der grünen Nebellinie bestand. Bei der jetzigen Erscheinung des neuen Sternes im Fuhrmann hat die Annahme eines Doppelsternsystems viel für sich, dessen beide Componenten sehr schwach leuchtend sind. Nimmt man eine stark excentrische Bahn des Doppelsternpaares an, mit sehr geringer Entfernung der Sterne im Periastron, so werden die beiderseitigen Atmosphären von der gegenseitigen Anziehung mit betroffen und die leuchtende Oberfläche beider Körper zum Theil von der Atmosphäre frei gelegt, wodurch sie dem Auge des Beobachters dann als neuer Stern sichtbar werden. Die spektroskopischen Beobachtungen zu Potsdam haben zwei Spektren bei dem neuen Stern gezeigt und ferner erwiesen, dass der Träger der das Spektrum der hellen Linien aussendenden Lichtquelle sich relativ zu dem Körper, der das Absorptionsspektrum ausschickt, mit 125 Meilen Geschwindigkeit von uns entfernt; wie dies ja auch der Fall sein muss, nachdem der Begleiter das Periastron passirt hat.

Verzeichniss der neuen Sterne.

					Entdecker oder Autorität.
1)	134	v. Chr.		im Skorpion.	Matuanlin, Hipparch.
2)	123	n.	„	im Ophiuchus.	Matuanlin.
3)	173	„	„	Dez. 10. im Centauren.	Matuanlin.
4)	369	„	„	Ort unbekannt.	Matuanlin.
5)	386	„	„	im Schützen.	Matuanlin.
6)	389	„	„	im Adler.	Cuspianus.

7)	393 n. Chr.	im Skorpion.	Matuanlin.
8)	(?)827 „ „	im Skorpion.	Hali, Ben Muh. Albazar.
9)	945 „ „	in der Kassiopea.	Leovitius.
10)	1006 „ „	im Widder.	Hepidannus in St. Gallen.
11)	1203 „ „	im Skorpion.	Matuanlin.
12)	1230 „ „	Dezember im Ophiuchus.	Matuanlin.
13)	1264 „ „	in der Kassiopea.	Leovitius.
14)	1572 „ „	in der Kassiopea.	Tycho de Brahe.
15)	1578 „ „	Ort unbekannt.	Matuanlin.
16)	1584 „ „	im Skorpion.	Matuanlin.
17)	1600 „ „	im Schwan.	Janson, Kepler.
18)	1604 „ „	Oct. 10. im Ophiuchus.	Brunowski, Kepler.
19)	1609 „ „	im Südwesten.	Matuanlin.
20)	1670 „ „	Juni 21. im Fuchs.	Anthelme.
21)	1848 „ „	April 28. im Ophiuchus.	Hind.
22)	1860 „ „	Mai 21. im Skorpion.	Auwers.
23)	1866 „ „	Mai 12. in der Krone.	Birmingham in Tuam.
24)	1876 „ „	Nov. 24. im Schwan.	Schmidt in Athen.
25)	1885 „ „	im Orion.	Gore.
26)	1885 „ „	im Nebel der Andromeda.	v. Spiessen, Hartwig, Oppenheim.
27)	1891 n. Chr. Dez. 1. 1892 „ „ Feb. 1.	im Fuhrmann	Pickering (photograph.) Anderson (mit fr. Auge).

---

2) Herr Professor Dr. W. König aus Leipzig:

Ueber Klangfiguren und verwandte Erscheinungen aus der Akustik. Der Vortrag behandelte die Mittel, die man ersonnen hat, um die Schallschwingungen der Luft oder fester tönender Körper durch ihre mechanischen Wirkungen sichtbar zu machen. Die erste Klasse dieser akustischen Bewegungserscheinungen umfasst diejenigen, bei denen die Bewegung des schwingenden Körpers direct auf andere, leichte Körper übertragen wird; hierher gehören die Versuche mit den Reiterchen auf einer schwingenden Saite und mit dem Sand auf einer schwingenden Platte (Chladnische Klangfiguren). Die Schwingungsformen derselben Platte kann man aber auch mittels einer Klangfigur ganz anderer Art studiren, indem man die Platte in geringer Höhe über einer anderen festen, mit feinem Korkmehl bestreuten Platte befestigt. Dieser Korkstaub ordnet sich beim Tönen in ganz anderer Weise an wie der Sand (Faraday'sche Klangfigur). Das Gesetz der Erscheinung ist dasselbe wie bei den sogenannten Kundt'schen Staubfiguren. Der Staub ordnet sich in Rippen oder Querwänden an, die auf der Bewegungsrichtung der Luft senkrecht stehen. Diese Erscheinung ist verwandt mit der von Lord Rayleigh beobachteten, dass eine leicht bewegliche Scheibe sich im Schwingungsbauche einer

Pfeife quer gegen die Schwingungsrichtung stellt, und mit den Drehungen des sogenannten Schallradiometers. Alles dies sind Wirkungen der bewegten Luft auf die in ihr ruhenden Körper. Der Vortragende zeigte im besonderen, wie durch diese Wirkungen scheinbare Anziehungen und Abstossungen zwischen zwei Körpern hervorgebracht werden, die sich in bewegter Luft befinden, und setzt auseinander, wie sich durch diese scheinbaren Anziehungen und Abstossungen die Eigentümlichkeiten der Faraday'schen und Kundt'schen Klangfiguren erklären lassen. Zum Schluss besprach der Vortragende die Analogien, welche zwischen diesen und verwandten Erscheinungen der Hydrodynamik einerseits und den mechanischen Wirkungen elektrisirter und magnetisirter Körper anderseits bestehen. Die Mehrzahl der vorgebrachten Phänomene wurde mit Hülfe des elektrischen Projectionsapparates sehr schön veranschaulicht.

3) Herr Director Dr. B. Lepsius aus Griesheim a. M.:
August Wilhelm von Hofmann.

Ausserordentliche Vorlesungen.

Populäre Experimentalvorträge über Elektrotechnik,

gehalten von Herrn Dr. *J. Epstein.*

Dieselben schlossen sich an die populären Experimentalvorträge, welche im letzten Vereinsjahr unter dem Titel „Ueberblick über die Elektrotechnik" von Herrn Dr. J. Epstein gehalten wurden an, fanden im Wintersemester Donnerstags an sechs Abenden im Hörsaal statt und behandelten diesmal den

Wechselstrom und seine Verwendung.

I. Unterschied der Wirkungen von Gleich- und Wechselstrom. Erzeugung von Wechselstrom durch Bewegung einer Spule gegen einen Magnetpol. Aufbau der Wechselstrommaschine. Einfluss der Wechselzahl. Wechselstrombeleuchtung durch Glüh- und Bogenlicht. Stromkurve.

II. Elektromagnetismus durch Wechselstrom. Wegfall bleibender Pole. Intermittiren der Wirkung. Synchrone Wechselstrommotoren. Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom durch Commutatoren.

III. Begriff der Phase. Wechselströme mit Phasenverschiedenheit. Mehrphasensysteme. Mehrphasige Motoren, Drehfeld. Verkettung mehrphasiger Wechelströme. Induction durch Wechselstromspulen.

IV. Transformatoren. Selbstinduction, Umsetzungsverhältniss, Selbstregelung der Stromstärke in der Primärwicklung.

V. Tranformatoren Vertheilungssysteme. Lauffener Arbeitsübertragung. Asynchrone Mehrphasenmotoren mit kurz geschlossenem Anker. Verwendung des Gramme'schen Ringes zur Erzeugung verschiedenphasiger Wechselströme oder als Wechselstromgleichstromumformer. Vertheilungsysteme mit verschiedenphasigen Strömen.

Populäre photographische Demonstrationen

mit Benutzung des elektrischen Projectionsapparates.

Zu dieser an mehreren Abenden im Sommersemester im grossen Hörsaal des Vereins stattgehabten Veranstaltung waren von dem hiesigen Amateur-Photographen-Verein, dessen Mitglieder freien Eintritt hatten, eine grössere Anzahl von Photogrammen zur Verfügung gestellt worden.

Zur Demonstration gelangten mehrere hundert Photogramme von Landschaftsbildern aus allen Welttheilen, von künstlerischen und wissenschaftlichen, darunter insbesondere von astronomischen Objecten.

Die Erläuterungen zu den einzelnen Bildern, sowie eine kurze historische Einleitung über Photographie und Erklärung der photographischen Apparate wurde von Herrn Dr. Petersen gegeben, der Projectionsapparat von Herrn Dr. Bode bedient.

Elektrotechnische
Lehr- und Untersuchungs-Anstalt.

Das Elektrotechnische Comité des Vereins bestand im Vereinsjahr 1891/92 aus den Herren: Ingenieur E. Hartmann, Vorsitzender, Dr. J. Epstein, Dr. Oskar May, Telegraphen-Cassirer P. v. Nordheim, Dr. Th. Petersen und Th. Trier.

Die Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt wurde von Herrn Dr. J. Epstein geleitet. Als Assistent fungirte Herr H. Stapelfeldt.

Der Unterricht in den Spezialfächern, bei dem auch im verflossenen Jahre mehrere in der Praxis stehende Fachleute gütigst mitwirkten, wurde wie folgt ertheilt:

Dynamokunde: Herr Dr. J. Epstein.
Beleuchtungstechnik: Herr Dr. Oskar May.
Elemente und Akkumulatoren: Herr Ingenieur Massenbach.
Instrumentenkunde: Herr E. Hartmann.
Motorenkunde: Herr Ingenieur C. Brockmann.
Telegraphie u. Telephonie: Herr Telegraphen-Cassirer v. Nordheim.

Die praktischen Uebungen wurden von Herrn Dr. J. Epstein in Gemeinschaft mit dem Assistenten geleitet.

Im Wintersemester 1891/92 gehörten folgende Herren der Lehranstalt als Schüler an:

C. Vielhaben aus Bremerhaven,
A. Vielhaben aus Bremerhaven,
Hugo Hermann Oehmichen aus Fraustadt, Posen,
Friedrich Rühlicke aus Ludwigslust i. M.,
O. P. Hansen aus Eckensand,

Carl Buchheim aus Schwerin i. M.,
Theodor Körner aus Leipzig,
Albert Klie aus Wetzlar,
Ernst Rühlemann aus Magdeburg,
Georg Hackenjos aus Nussdorf bei Landau,
Wilhelm Ith aus Nürnberg,
Carl Kullmann aus Mannheim,
Friedrich Heim aus Eschingen, Württemberg,
Rudolf Rettberg aus Elberfeld,
Carl Schwinkendorf aus Lübeck,
Jacob Schaaf aus Wetzlar,
Friedrich Wilhelm Meyer aus Lengerich i. W.
Wilhelm Sachs aus Erfurt.

Im Sommersemester 1892 wurde die Anstalt besucht von den Herren: Friedrich Rühlicke aus Ludwigslust,
Franz Bartling aus Berlin,
Hermann Lange aus Hückeswagen,
Louis Meulmann aus Amsterdam,
Otto Klotz aus Rottenburg a. N.,
Christian Kraemer aus Würzburg,
Heinrich Wisliceny aus Rebdorf i. Baiern,
Adolf Kasten aus Rostock i. M.,
Hermann Kollenberg aus Göttingen,
Alfred Krautinger aus Karlsruhe,
Heinrich Hilbig aus Hirschberg i. Schl.,
Peter Dünnebacke aus Düsseldorf.

Das Entgegenkommen hiesiger und auswärtiger Kreise ermöglichte wiederum eine Reihe lehrreicher Exkursionen.

Es wurden besucht im Wintersemester 1891/92:
Druckluftanlage in Offenbach a. M.,
Station der elektrischen Bahn in Oberrad,
Fabrik von Voigt & Häffner in Bockenheim,
Lichtanlage im Palmengarten,
Musterlager von Gebr. Körting,
Beleuchtungsanlagen des Hauptbahnhofs,
Lichtanlage des Heiligen Geist-Hospitals,
Wettheizversuche im Schlachthaus.

Im Sommersemester 1892 wurden besucht:
Druckluftanlage in Offenbach a. M.,
Haupttelegraphenamt,
Blockstation am Holzgraben,
Blockstation am Grossen Hirschgraben,
Lichtanlage im Palmengarten.

Als Hospitanten nahmen im vergangenen Jahre 5 Herren an einzelnen Unterrichtsfächern Theil.

An dem von Herrn Dr. W. A. Nippoldt abgehaltenen Blitzableiter-Cursus betheiligten sich ausser den Besuchern der Lehranstalt die Herren:

Ackermann, Jacob, Lehrer, Darmstadt (im Auftrag der Grossherzogl. Centralstelle für die Gewerbe),
Beck, Edwin, Schlossermeister, Waldshut, Gewerbe-Verein,
Christen, Hans, Hof-Dachdeckermeister, Rostock,
Flugel, Josef, Seilermeister, Königstein i. T.,
Freihaut, Friedrich, Werkmeister, Darmstadt (J. Deutsch, Kunst- und Bauschlosserei),
Hammerer, Hermann, Klempnermeister, Stockach, Baden,
Herzog, Friedrich, Werkmeister, Waldshut, Gewerbe-Verein,
Jacobi, Jacob, Schlossermeister, Darmstadt,
Kirchner, Josef, Kiel (Wilh. Kirchner, Constructeur und Lieferant von Blitzableitern),
Lange, Hermann, Klempnermeister, Hückeswagen,
Lange, Max, Schlosser, Karlsruhe,
Nessel, Josef, Dachdeckermeister, Seligenstadt,
Roth, August, Dachdeckungsgeschäft, Mannheim,
Sander, Philipp, Klempnermeister, Gauodernheim,
Schlosser, Heinrich, Spezial-Geschäft für Blitzableiter, Kaiserslautern,
Schneider, Max, Netzschkau (Vater: Anton Schneider, Schieferdeckermeister),
Vogt, Georg Franz, Spenglermeister, Homburg v. d. H.,
Waibel, Paul, Flaschnermeister, Singen bei Konstanz,
Weber, Adolf, Laasphe (Vater: Aug. Weber, Klempnerm.),
Zündorff, Georg, Dachdeckungsgeschäft, verpflichteter Blitzableiter-Visitator, Heidelberg.

Im elektrotechnischen Laboratorium arbeiteten theils zu weiterer Ausbildung, theils zur Durchführung technischer Aufgaben die Herren:

E. Blust aus Frankfurt a. M.,
H. Raab aus Kaiserslautern,
H. Roscher aus Göttingen,
H. Wagg aus London.

Auch von Seiten hiesiger Industrieller wurden die Hülfsmittel der Anstalt mehrfach für im Laboratorium anzustellende Versuche benutzt.

Die Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungs-Anstalt erweiterte ihre Thätigkeit durch Gründung eines Elektrotechnischen Seminars, welches hiesigen Fachleuten Gelegenheit zu gegenseitiger Weiterbildung geben soll. An demselben nahmen 12 Herren, Ingenieure und Beamte theil und wird eine Weiterführung im kommenden Winter beabsichtigt.

Die Untersuchungsanstalt wurde mehrfach zur Erstattung von Gutachten herangezogen, die auf den Gebieten der Prüfung von Materialien,

Anlagen, Akkumulatoren, Lampen, Telephonen und Messinstrumenten lagen.

Angeschafft wurde u. A. ein Normalwiderstand von 100 Ohm, zwei Morseapparate, ein Relais.

Auch im verflossenen Jahre erfuhr die Sammlung werthvolle Bereicherung an Geschenken und erhielt die Anstalt:

Eine Collektion Glühlampen verschiedener Kerzenstärke und Oekonomie, eine Collektion von Fassungen, Akkumulatorenplatten und Akkumulatorenzellen von der Electricitäts Maatschappy Systeem de Khotinsky in Gelnhausen,

Akkumulatorenplatten von Herrn Ingenieur A. Askenasy und den Herren Pollack & Co. dahier, und von Herrn Gotfried Hagen in Cöln,

Zwei Elektrizitätszähler von Herrn Professor Aron in Berlin,

Abschnitt eines conzentrischen Kabels von Herrn Dr. Meissner,

Schmierbüchsen von Herrn Hans Reisert in Cöln,

Dynamolager, Ankerbleche von Herren Pokorny & Wittekind in Bockenheim,

Tafel mit Ueberführungsstellen sich kreuzender Leitungen von der Maschinenfabrik Esslingen,

Beschädigte Blitzableiterspitzen von Herrn Lange in Hückeswagen,

Flachring, Collektor, Ausschalter, Sicherungen und Umschalter von Herren Schuckert & Co. in Nürnberg,

Ein horizontales Kapillarelektrometer von Herrn Dr. med. L. Edinger dahier.

Der Vorstand des Physikalischen Vereins gestattet sich, allen denen, die durch Ueberweisungen oder sonstiges Entgegenkommen die Ziele seiner elektrotechnischen Anstalt in so wesentlicher Weise gefördert haben, wiederholt verbindlichen Dank auszusprechen.

Das vor nunmehr 3½ Jahren durch den Physikalischen Verein gegebene Beispiel der Gründung einer elektrotechnischen Fachschule hat im vergangenen Jahre in Deutschland Nachahmung gefunden. So errichtet der elektrotechnische Verein z. Z. eine gleichen Zielen dienende Anstalt in Berlin, und die sächsische Regierung schliesst eine solche an die Werkmeisterschule in Chemnitz an. Es ist für die hiesige Anstalt von Wichtigkeit, dass diese an anderen Orten bestehenden Anstalten von denselben Gesichtspunkten aus verwaltet werden sollen wie die hiesige, und dass insbesondere inbezug auf Aufnahme-Bedingungen möglichst Gleichmässigkeit herrscht. Von diesem Gesichtspunkte aus behandelte unser Dozent, Herr Dr. Epstein, in einem Vortrage vor dem Elektrotechnischen Verein in Berlin die einschlägigen Fragen und betonte das Prinzip der hiesigen Anstalt, nicht in der Zahl der ausgebildeten Schüler einen Maassstab ihrer Leistungen zu

erblicken, sondern nur gehörig vorbereitete aufzunehmen und Alle von einem Besuche fernzuhalten, deren mangelhafte technische Ausbildung einen Erfolg vom Besuch der Anstalt, der mit den Opfern an Zeit und Kosten in Einklang stände, nicht erwarten lässt. Der Berliner Lehrplan schliesst sich eng an den hiesigen an. Die Chemnitzer Herren hatten bereits im vergangenem Jahre Gelegenheit genommen, die hiesigen Einrichtungen und Methoden kennen zu lernen. Auch sonst wurde die Anstalt vielfach von Fachleuten des In- und Auslandes besichtigt.

Von der sich hier darbietenden Gelegenheit zu weiterer Ausbildung haben in den verflossenen 3½ Jahren 95 Schüler Gebrauch gemacht.

Hiervon stammen aus:

Preussen	48
Bayern	11
Sachsen	8
Württemberg	5
Baden	4
Mecklenburg-Schwerin	4
Hessen	1
Anhalt	1
Sachsen-Koburg-Gotha	1
Reuss	1
Bremen	3
Lübeck	1
Oesterreich	4
Schweiz	2
Holland	1

Dem Alter nach waren bei der Aufnahme:

18—20 Jahr	8
20—22 „	27
22—24 „	21
24—26 „	22
26—30 „	8
über 30 „	9

Seit dem Eintritt in die Lehre waren verflossen:

bis zu 4	Jahren	bei	16	Schülern
„ „ 5	„	„	15	„
„ „ 6	„	„	12	„
„ „ 7	„	„	14	„
„ „ 8	„	„	7	„
„ „ 9	„	„	7	„
„ „ 10	„	„	8	„
10—15	„	„	10	„
über 15	„	„	6	„

Nach Besuch der Fachschule nahmen Stellung:

für Montage	34
im Laboratorium und Versuchsraum	15
in der Werkstatt	15
im Zeichen- und Installationsbureau	4
im Betrieb	1
ein selbständiges Geschäft betrieben	6

6 Schüler entschlossen sich zum Studium der Elektrotechnik und gingen zu dem Zweck zur Hochschule über. 5 Schüler verblieben ein zweites Semester in der Lehranstalt, und machten insbesondere mit Vortheil solche, die sich der Laboratoriumsthätigkeit widmen wollten, von der hier gebotenen Gelegenheit Gebrauch, durch Arbeiten in der elektrotechnischen Untersuchungsanstalt des physikalischen Vereins sich mit exacteren Arbeitsmethoden vertraut zu machen.

Es hat sich gezeigt, dass der Besuch der Anstalt umsomehr Erfolg verspricht, auf eine je ausgiebigere elektrotechnische Praxis der Betreffende zurückblickt. Jemehr elektrotechnische Erfahrung Jemand besitzt, umsomehr Verständniss bringt er dem Unterricht entgegen, und er kann seine Arbeitskraft während des Cursus umsomehr auf das Begreifen des Zusammenhanges der Erscheinungen concentriren, wenn ihm diese selbst ihrer äusseren Form nach bereits bekannt sind. Es verdient aber noch hervorgehoben zu werden, dass die Stellungen, für welche die Anstalt vorbereiten will, eine möglichst ausgedehnte Praxis verlangen, und es ist um so rationeller, diese vor den Besuch der Fachschule zu legen, als sich dann nach deren Besuch die Möglichkeit eröffnet, wirklich Stellen der angestrebten Art auszufüllen. Es ist ein Irrthum zu glauben, man könne z. B. in die Schule als Mechaniker eintreten, um sie als ausgebildeter Monteur zu verlassen. Hat Jemand die Absicht, von der Werkstattspraxis zur Montage überzugehen, so arbeite er zunächst als Hilfsmonteur, mache sich gründlich mit Installation und wenn möglich auch mit dem Betrieb elektrischer Anlagen vertraut und verschiebe einen eventuell geplanten Besuch der Schule bis nach dieser Zeit. Dann erst wird er ihm von möglichstem Nutzen sein und ihm Unterlagen geben, soweit dies seine praktischen Fertigkeiten und Charaktereigenschaften gestatten, den Beruf eines Monteurs oder Obermonteurs auszufüllen. Ebenso blicke der zukünftige Werkführer bei Eintritt in die Fachschule auf eine langjährige Werkstattspraxis zurück, die ihn möglichst bereits alles das gelehrt habe, was auf rein praktischem Wege zu erlernen ist.

Chemisches Laboratorium.

Das chemische Laboratorium stand unter der Leitung des Docenten Herrn Dr. R. de Neufville. Als Assistent fungirte Herr Dr. A. Pfülf.

Im Laboratorium arbeiteten theils semesterweise, theils monatsweise im Wintersemester 1891/92 die Herren: Foucar, Gellibraud, Hartmann, Rikoff, Schleussner, Scholl und Wollstädter.

Im Sommersemester 1892 arbeiteten die Herren: Beck, Bärwindt, Deninger, Eisig, Foucar, Fox, Gellibraud, Gutzkow, Haas, Hütz, Kaltschmidt, Krebs, Sondheimer und Wollstädter.

Die praktischen Arbeiten waren meistens analytischer Natur. Von einzelnen Herren wurden auch grössere selbstständige Untersuchungen ausgeführt.

Unter den Geschenken ist eine feine analytische Wage von Herrn Eugen Tornow besonders zu erwähnen.

Mittheilungen.

Die Alhazensche Spiegel-Aufgabe

in ihrer historischen Entwicklung nebst einer analytischen Lösung des verallgemeinerten Problems.

Von

Dr. Paul Bode.

Literatur.

L'Ottica di Claudio Tolomeo publ. da Gilberto Govi. Torino 1885. Sermo III, IV.

Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis libri septem etc. ed. a Frid. Risnero. Basileae 1572. Lib. V, Prop. 31—100.

Vittellionis Thuringopoloni Opticae libri X. ed. a Frid. Risnero. Basileae 1572. Lib. VI, VII, VIII.

Barrow, Lectiones XVIII. Cantabrigiae in Scholis publ. hab. etc. Londini 1669. Lect. IX s. Lect. V, VI, VII.

Huygens and Sluse, A problem of Alhazen solved by M. Huygens and M. Slusius. Philosophic. Trans. Abridged. Vol. II 1672—83. London 1809 S. 97—103, 107—112.

Hugenii Opera varia. Lugd. Batav. 1724. Vol. II. Varia de optica. S. 759—763.

Dictionaire Mathématique par M. Ozanam. Paris 1691. S. 487—494.

L'Hôpital, Traité analytique des sect. coniques etc. Paris 1720. Liv. X, S. 389—95.

Simson*) R., Sect. conicar. Libri V. Editio II. Edinburgi 1750. S. 223-24.

Robins Benj., Mathem. Tracts. London 1761. Vol. II. S. 262-64, 297-308.

*) Die von Simson gegebene Lösung findet sich nicht in der ersten, sondern nur in der zweiten Ausgabe seiner Sect. conic.

Kaestner Abr. Gotth., Problematis Alhazeni Analysis Trigonometrica. Novi Comment. Soc. Reg. Sc. Götting. Tom. VII 1776. S. 92—141.

Lacaille, Traité d'optique. Nouv. ed. Paris 1810. S. 80—83.

Leybourn Thomas, The Mathem. Questions prop. in the Ladie's Diary. London 1817. Vol. I, S. 167—69.

Solution by J. T. S. 167.
Solution by Dr. Ch. Hutton. S. 168.
Solution by Th. Leybourn. S. 169.

Eberhard C., Ueber gewisse reflectirende Punkte sphärischer Spiegel und anderer spiegelnder Flächen zweiter Ordnung. Programm des Königl. Gymnasiums zu Marburg 1877.

Seitz E. B., Solution of a problem. The School Visitor. Vol. II, No. 2. S. 24—25. Ansonia Ohio 1881.

Baker M., Alhazens Problem. Its Bibliogr. and an Extension of the Problem. Americ. Journ. of Mathem. edit. by Sylvester. Vol. IV. S. 327—31. Baltimore 1882.

Das Problem wird ausserdem in folgenden Werken behandelt, die mir nicht zugänglich waren:

Pessuti, Elementi di Ottica e di Astronomia del canonico Giuseppe Settele. Roma 1818.

Pieri e Flaùti, Lezioni elementari di Ottica di Ignazio Calandrelli. Roma 1846.

The Analyst, A journal of pure and applied math. Edit. and publ. by J. E. Hendrichs. Des Moines. Jowa 1877.

Baker sagt von dieser Arbeit: „A general solution was proposed, but the solution of only a special case was published." Baker giebt noch an, dass in Klügel's Uebersetzung von „Priestley, History of optics" sich etwas über das Problem befinden soll; ich habe jedoch weder im Originalwerk, noch in Klügel's Bearbeitung etwas darüber gefunden.

Problem des Alhazen:

„Visu et visibili datis, in speculo plano, sphaerico convexo, cylindraceo convexo, conico convexo, sphaerico concavo, cylindraceo concavo, conico concavo, punctum reflexionis invenire."

Vor Jahren wurde ich bei der Lektüre der Geschichte der Physik von Rosenberger darauf aufmerksam, dass ein von mir früher rein mathematisch behandeltes Problem nur die Erweiterung einer optischen Aufgabe sei, die zuerst der Araber Alhazen gestellt und gelöst hat. Diese Aufgabe lautet: Auf einem Spiegel die Reflexionspunkte zu finden, wenn Auge und leuchtender Punkt gegeben sind.

Alhazen behandelt sein Problem für ebene, sphärische, cylindrische und conische Convex- und Concavspiegel in dem 5. Buche seiner berühmten Optik. Die Lösung ist ausserordentlich schwer verständlich, so dass Barrow, der Lehrer Newton's, sagen konnte, sie sei von „horribili prolixitate ac obscuritate;" desgleichen sagt Gilberto Govi, der neueste Herausgeber der Ptolemäus'schen Optik: „Sua dimostrazione sia d'una oscurità e d'una prolissità, che sono tali veramente da scoragire i più volonterosi."

In der neueren Zeit scheint Niemand die Lösung Alhazen's wirklich durchgearbeitet zu haben; die Notizen, die sich darüber finden, sind ungenau und falsch. Marcus Baker[1]) z. B. sagt von Alhazen: „The solution is effected by the aid of a hyperbola *intersecting* a circle;" was, wie wir sehen werden, nicht richtig ist. Desgleichen behauptet Leopold Schnaase[2]), Alhazen hätte die Reflexionspunkte an einem Kreise und einer Ellipse bestimmt. Letzteres ist wieder unrichtig, der Verfasser hat wohl nur die Ueberschrift von Prop. 48, Lib. 5 gelesen, aber nicht den Artikel selbst. Auffallend ist ferner,

[1]) Journal of Mathem. ed. by Sylvester 1882, S. 327.

[2]) L. Schnaase, Die Optik Alhazen's. Progr. Stargard 1889. Schriften der Naturf. Gesellsch. zu Danzig. Bd. VII. H. 3. S. 154.

dass die schöne Lösung Alhazen's für cylindrische und conische Spiegel nirgends Berücksichtigung und nur in geschichtlichen Werken Erwähnung findet. Obgleich im 17. und 18. Jahrhundert bedeutende Mathematiker die Alhazen'sche Aufgabe behandelten, geben sie doch nur die Lösung für sphärische Spiegel, Niemand greift auf die conischen und cylindrischen zurück. Aus diesem Grunde möchte eine erneute Bearbeitung des Alhazen'schen Problems auch weiteren Kreisen willkommen sein, zumal durch die schönen Arbeiten von E. Wiedemann in jüngster Zeit das Interesse der Fachgenossen für die Araber, speziell Alhazen in hohem Grade wachgerufen ist.

Durch eine Bemerkung von Chasles (Geschichte der Geometrie), „dass sich in der Optik des Ptolemäus ein rein geometrisches Problem vorfindet, welches später mehrere der ausgezeichnetsten Geometer beschäftigt hat, nämlich für die gegebenen Stellungen des Auges und eines leuchtenden Punktes den strahlenden Punkt auf einem sphärischen Spiegel zu finden," wurde ich dann noch veranlasst, auch die Euklidische und die Ptolemäus'sche Optik in den Bereich meiner Untersuchungen zu ziehen und überhaupt eine historische Entwicklung dieses Problems zu unternehmen.

Unter den arabischen Naturforschern und Mathematikern nimmt Alhazen wohl den bedeutendsten Platz ein. Bis vor Kurzem wusste man wenig von diesem Manne. Er war nur als Verfasser einer arabischen Optik bekannt, die durch eine lateinische Uebersetzung von J. Risner aus dem Jahre 1572 auf uns gekommen ist. Dieses Werk führt den Titel: „Opticae thesaurus Alhazeni Arabis libri septem nunc primum editi ejusdem liber de crepusculis et nubium ascensionibus." Die Ueberschrift des ersten Buches gibt noch an: „Alhazen filii Alhayzen opticae liber primus." Bis zu der Zeit Kepler's genoss diese Optik ein grosses Ansehen; später machte Roger Baco, dem auch Montucla[1]) folgte, Alhazen den Vorwurf, sein Werk nur aus Ptolemäus abgeschrieben zu haben, es galt einfach als ein Plagiat der verloren gegangenen Ptolemäus'schen Optik. Die ganze Behandlung des Stoffes zeigte jedoch, dass Alhazen unzweifelhaft ein bedeutender Mathematiker sein musste[2]). Da nun unter den arabischen Gelehrten Abû Alî al Hasan ìbn al Hasan ìbn Alhaitam als Mathematiker und Verfasser vieler mathematischer Schriften bekannt war, so lag bei der Aehnlichkeit der Namen, al Hasan ìbn Alhaitam[3]) mit Alhazen filii Alhayzen, die Vermuthung nahe, dass Alhazen und ìbn Alhaitam ein und dieselbe Person seien. Durch E. Wiedemann ist diese Vermuthung zur Gewissheit geworden. Bei einem

[1]) Montucla, Histoire des mathematiques, pg. 309, 360.

[2]) Sédillot, T. 1, pg. 377: „L'auteur de la solution de ce problème: trouver sur un miroir sphérique le point de reflexion, le lieu de l'object et celui de l'oeil étant donnés, était évidemment un esprit d'un ordre supérieur."

[3]) Das arabische t gleich dem englischen th.

Besuche in Leyden[1]) fand dieser Forscher in dem dort befindlichen Codex 261 der Golius'schen Sammlung arabischer Handschriften das Original eines Commentars von Kamal ed Dîn Abû al Hasan al Farisî zu einem grossen optischen Werke von Abu Alî al Hasan ibn al Haitam al Basri. Es werden hier wie allgemein bei den arabischen Commentatoren satz- oder kapitelweise die Worte des Autors angeführt und dann besprochen. Die Vergleichung dieser Sätze mit der Risner'schen Uebersetzung haben unzweifelhaft dargethan, dass der berühmte Mathematiker Abû Ali al Hasan etc. und Alhazen, der Verfasser der Optik, dieselbe Person ist. Durch eine Autobiographie[2]) des Ibn al Haitam, die Ibn Abi Useibia mittheilt, ist uns das Leben des arabischen Gelehrten bekannt geworden[3]).

Alhazen wurde im Jahre 354 der Hedschra (7. Januar bis 27. December 965 n. Chr.) zu Al-Basra geboren, stieg dort bis zum Range eines Vezirs auf und wurde im besten Mannesalter vom Chalifen Al Hakim Bi Amr Illah nach Aegypten berufen. Er hatte nämlich geäussert, dass am Nil leicht Einrichtungen zu treffen seien, durch welche die Bewässerung gleichmässig jedes Jahr einträte ohne Rücksicht auf die Witterungsverhältnisse. Der Chalif empfing den berühmten Gelehrten sehr ehrenvoll, kam ihm sogar in Person bis El Kandac, einer Vorstadt von Kairo, entgegen. Nach einiger Zeit machte sich Alhazen mit einer Menge von Gehilfen auf den Weg, um sein Versprechen auszuführen, sah aber bald ein, dass seine Zusage eine voreilige gewesen sei. Als er an den Ruinen der wunderbaren Bauwerke vorbeikam, die mit der grössten Kunst ausgeführt waren und hohe Kenntnisse der Mathematik voraussetzten, wurde es ihm klar, dass die Erbauer dieser Werke sich wohl an das beabsichtigte Unternehmen gewagt hätten, wenn die Ausführung möglich gewesen wäre. Jedoch setzte er seine Reise fort bis zu den Wasserfällen bei Syene und überzeugte sich hier, nachdem er beide Ufer untersucht hatte, endgültig von der Unausführbarkeit seines Planes. Bei seiner Rückkehr entschuldigte er sich bei dem Chalifen, wurde zu anderen Staatsgeschäften verwendet, liess sich aber auch hier Fehler zu Schulden kommen, so dass er, den Zorn des Chalifen fürchtend, sich närrisch stellte und verborgen blieb, bis der Chalif 411 (1021) starb. Jetzt kam er wieder zum Vorschein, erhielt sein Vermögen, das eingezogen war, zurück und führte ein frommes, gottgeweihtes Leben. Seinen Lebensunterhalt erwarb er sich durch Abschreiben. Er schrieb jedes[4]) Jahr die drei Werke: Euclides, Elementa, die Libri mathematici medii, und Ptolemäus, Almagestum ab. Der Erlös, 150 Dinaren, reichte für

[1]) Ann. der Phys. u. Chem. Bd. 159, S. 656.

[2]) Ann. der Phys. u. Chem. N. F. Bd. 32, S. 471.

[3]) Wüstenfeld, Geschichte der arab. Aerzte und Naturf. Göttingen 1840, S. 76—77.

[4]) Wüstenfeld, Uebersetzungen arabischer Werke in das Lateinische. Abh. d. Königl. Gesellsch. der Wissensch. in Göttingen 1877, S. 113.

seine Bedürfnisse aus. Im Jahre 430 der Hedschra (30. Oct. 1038 bis 22. Sept. 1039) starb er in Kairo.

Die schriftstellerische Thätigkeit dieses Gelehrten war eine sehr ausgedehnte. Woepke[1]) führt zwei Auszüge aus Ibn Abi Useibia an, in denen 117 Titel seiner Werke aufgezählt werden. Der Inhalt derselben umfasst nicht nur alle Zweige der Mathematik und Naturwissenschaften, sondern erstreckt sich auch auf andere Gebiete menschlichen Wissens. Er schrieb z. B. fünf Bücher über Politik und ein Buch über Ethik. Von seinen Werken sind uns nur wenige erhalten und auch diese sind nicht alle zugänglich gemacht. Von mathematischen Abhandlungen ist durch Sédillot[2]) übersetzt: „Traité des connues géométriques en deux livres," die zwei Bücher der gegebenen Dinge. Es werden darin geometrische Oerter behandelt und zwar sehr einfache, nur Kreise und grade Linien. Woepke[3]) giebt in seinem oben angeführten Werke in einem Anhange: „Mémoire d'Ibn Alhaïtham, c'est-à-dire du chaïkh Aboul Hacan Ben Alhacen Ben Alhaitham sur la section d'une ligne employée par Archimède dans le second livre." Die Aufgabe führt auf eine Gleichung dritten Grades und wird von Alhazen durch Construction einer Hyperbel und einer dieselbe schneidenden Parabel gelöst. Cantor[4]) erwähnt noch eine Schrift Alhazen's über die Quadratur des Kreises, die in einem Vatikancodex enthalten ist, aber bisher keinen Bearbeiter gefunden hat.

Von physikalischen Werken sind ausser der Optik noch mehrere andere in zwei Handschriften erhalten, von denen die eine sich in der Bibliothek des Indian Office, die andere in der Leydener Bibliothek befindet. Die erste Handschrift enthält eine Abhandlung über das Licht, die von Baarmann übersetzt ist (Zeitschrift der deutschen morgenl. Gesellschaft 36, 1882, S. 195), dann eine Arbeit über das Licht der Sterne und über die sphärischen und parabolischen Spiegel, von der E. Wiedemann[5]) einen Auszug gegeben hat, eine Abhandlung über einen Zirkel, den Alhazen ersonnen hat, um grosse reflectirende Kreise zu construiren[6]), und eine Schrift über die Gestalt der Welt[7]). In der zweiten Handschrift[8]) findet sich das Handbuch der Optik mit seinem Commentar, durch das Wiedemann Alhazen mit Ibn Albaitam identificiren konnte, dann eine Arbeit über die Brennkugel, aus der Wiedemann schon einiges mitgetheilt hat[9]) und

---

1) Woepke, L'algèbre d'Omar Alkayyamî. Paris 1851, pg. 73—76.

2) Sédillot, Materiaux pour servir à l'histoire comparee des sciences mathematiques chez les Grecs et les Orientaux. Paris 1845—49. T. 1, pg. 378—400.

3) l. c. S. 91—93.

4) Cantor, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik. Bd. 1, S. 678.

5) Ann. der Phys. u. Chem. N. F. Bd. 39, S. 110—130.

6) l. c. S. 119—20.

7) l. c. S. 473.

8) l. c. S. 115.

9) Ann. der Phys. u. Chem. N. F. Bd. 7, S. 680.

deren vollständige Uebersetzung von ihm angekündigt ist, ferner Arbeiten über die Brechung durch eine Glaskugel, die Lehre von den Farben, von den Regenbogen und Höfen, ein Traktat über die Schatten und Finsternisse und schliesslich die Darlegung der Abhandlung über das Licht, deren Uebersetzung wir wieder Wiedemann verdanken.

Die Uebersetzung seines bedeutendsten optischen Werkes durch Risner haben wir oben erwähnt. Nach Auffindung der Ptolemäus'schen Optik und nach näherer Bekanntschaft mit den jüngst veröffentlichten Arbeiten Alhazen's kann von einer unberechtigten Benutzung der Ptolemäus'schen Optik nicht mehr die Rede sein. In der Arbeit über das Licht citirt Alhazen direkt den Ptolemäus an zwei Stellen[1]), ebenso in seiner Schrift über die Brennkugel[2]). Es kann hier leider nicht auf das hochinteressante Werk näher eingegangen werden. Eine kurze Uebersicht des Inhalts findet sich in der erwähnten Abhandlung von Schnaase (Schriften der Naturf. Gesellschaft zu Danzig). Es zeigt sich überall, dass Alhazen ein durchaus selbstständiger Forscher ist, auch das jetzt zu behandelnde Problem giebt ein Beispiel dafür und beweist, dass Montucla durchaus Unrecht hat, wenn er bei der Besprechung der Ptolemäus'schen Optik sagt: „Quant à la partie purement Géometrique de ce même ouvrage, nous nous croyons fondés à penser qu'elle étoit très-étendue et très-sçavante. On y trouvoit, par exemple, la résolution d'un beau problême d'Optique qui exerça vers le milieu du siècle passé plusieurs Géometres Modernes du premier rang. C'est celui de déterminer sur un miroir sphérique le point de réflexion, le lieu de l'oeil et celui de l'object étant donnés. La solution d'Alhazen qui est probablement tirée de Ptolemée, procede par le moyen d'une hyperbole et est un peu prolixe. Mais outre que la difficulté du problême excuse cette prolixité, elle n'est peut-être que l'Ouvrage de l'Auteur Arabe.“ An einer anderen Stelle, S. 359, schreibt er von Alhazen: „Il faudroit même le ranger parmi les Géometres d'un ordre supérieur, s'il étoit assuré qu'il fut l'Auteur de la solution du problême etc. Car c'est un problême fort difficile et qu'on ne peut résoudre qu'à l'aide d'une longue et profonde analyse: mais je l'ai déjà dit, en parlant de Ptolemée (l. c.), il est probable que cette solution lui venoit des Grecs, et je doute qu'aucun Géometre Arabe ait jamais été capable de résoudre une question de cette nature.“

[1]) l. c. S. 225 u. 230.
[2]) Ann. der Phys. u. Chem. N. F. Bd. 7, S. 680.

I.

Historische Entwicklung des Alhazen'schen Problems.

Die Aufgabe, bei einem Spiegel den Reflexionspunkt zu finden, wenn Auge und leuchtender Gegenstand gegeben sind, findet sich noch nicht in der Optik des Euklid (300 v. Chr.), dagegen ist dieselbe in ihren Anfängen bei Ptolemäus (70—147 n. Ch.) vorhanden. Nachdem Ptolemäus im sermo III. seiner Optik die Prinzipien der Reflexion angeführt hat, beweist er, dass, wenn bei einem sphärischen Convexspiegel z und h Auge und leuchtender Punkt sind und b der angenommene Reflexionspunkt, dass dann von keinem andern Punkte Reflexion stattfinden kann. Die weiteren Auseinandersetzungen betreffen lediglich die Bestimmung des Bildpunktes.

Bei dem sphärischen Concavspiegel wird in dem citirten Werke (S. 98) zuerst der Fall erörtert, dass Auge und leuchtender Punkt auf einem Durchmesser des Kreises in gleicher Entfernung vom Mittelpunkt liegen und wird der betreffende Reflexionspunkt construirt. Durch Rotation des Kreises um den Durchmesser erhält man in dem sphärischen Hohlspiegel einen reflectirenden Kreis.

Ist die Entfernung der beiden gegebenen Punkte h und z vom Mittelpunkte e ungleich und zwar $ez > eh$ (S. 99), so wird der Reflexionspunkt gefunden, indem die Strecke hz durch e und k harmonisch getheilt und von dem gefundenen Punkte k eine Tangente an den Kreis gezogen wird.

Liegen die beiden Punkte nicht auf demselben Durchmesser, haben aber gleiche Entfernungen vom Mittelpunkt, so wird durch diese gegebenen Punkte und das Centrum des Kreises ein neuer Kreis gelegt, dessen Schnittpunkte mit dem gegebenen Kreis zwei Reflexionspunkte liefern, die Halbirungslinie der Strecke zh giebt dann noch einen dritten Punkt (S. 102).

Ptolemäus will dann ferner (S. 104) beweisen, dass auch bei ungleicher Entfernung vom Mittelpunkte drei Reflexionspunkte vorhanden sind. Es wird jedoch nur gezeigt, dass eine Reflexion innerhalb zweier Bogen keinen Widerspruch ergiebt. Die Construction dieser Punkte fehlt, ebenso der Beweis, dass es deren drei giebt. Ptolemäus geht darüber mit den Worten hinweg: Ne igitur sermo super hoc prolongetur, debemus dicere etc. Er nimmt den Fall wieder auf, dass z und h gleiche Entfernungen vom Mittelpunkte haben, der durch diese drei Punkte gelegte Kreis aber die Peripherie nicht schneidet, alsdann ist nur der durch die Halbirungslinie von hz erhaltene Punkt Reflexionspunkt. Schneidet bei ungleicher Entfernung der durch ezh gelegte Kreis nicht die Peripherie, so wird gezeigt, dass bei der Annahme eines Reflexionspunktes auf einem bestimmten Bogen kein Widerspruch entsteht, der Reflexionspunkt selbst wird nicht construirt.

Bisher waren nur solche Fälle behandelt, bei denen die Verbindungslinie von z und h zwischen dem Centrum und dem spiegelnden Kreisbogen lag, es wird jedoch (S. 116) noch die Lage betrachtet, bei der das Centrum zwischen zh und dem reflectirenden Bogen liegt. Ptolemäus betrachtet wieder die Fälle gleichen und ungleichen Abstandes vom Mittelpunkt und bestimmt einen Bogen, auf dem die Reflexion möglich ist.

Die cylindrischen und konischen Spiegel werden nur mit wenigen Worten erwähnt und wird hierbei nicht vom Reflexionspunkt, sondern nur vom Bildpunkt gesprochen.

Ptolemäus behandelt also bei sphärischen Concavspiegeln für einige spezielle Lagen das Problem und giebt die Construction der Reflexionspunkte an, es geht jedoch aus der ganz verworrenen Anordnung hervor, dass die Auffindung der Reflexionspunkte ihm nur dazu dient, seinen falschen Bildpunkt zu construiren. Die Aufgabe ist daher nirgends präcis ausgesprochen, sondern nur allgemein gesagt: „Volumus demonstrare, quod in circumferentia existente inter punctos a et b est punctus, a quo fit reverberatio ad aequales angulos etc." Man sieht hieraus, das Ptolemäus nicht der Erfinder des Problems ist, sondern dass die Urheberschaft dem Alhazen zukommt, nach dem es mit Recht benannt wird.

Alhazen ist der Erste, der sich die Aufgabe stellt: „Visu et visibili datis, punctum reflectionis invenire." Alhazen ist auch der erste Optiker, der den Grundsatz der Katoptrik, dass die Reflexionsebene auf der Tangentialebene senkrecht stehen muss, klar (Lib. IV, 13) ausspricht. Dagegen findet man auch bei ihm in der Bestimmung des Bildpunktes den Fehler[1]), den Euklid und Ptolemäus macht; er sagt nämlich: „Imago in quocunque speculo videtur in consursu perpendicularis incidentiae et lineae reflectionis (Lib. V, 8, Lib. V, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10)." Es sind daher in dem 5. Buche, in dem unser Problem behandelt wird, alle die Artikel als falsch zu bezeichnen, die die Lage des Bildpunktes behandeln.

Zuerst untersucht Alhazen die sphärischen Convexspiegel. Da der Schnitt der Reflexionsebene und der Kugel immer ein Kreis ist, reduzirt sich die Aufgabe darauf, auf einem Kreise die betreffenden Reflexionspunkte zu finden. Alhazen hat hierzu 6 Hilfsconstructionen nothwendig, die jedoch nicht alle wesentlich von einander verschieden sind, sondern sich auf die beiden folgenden zurückführen lassen:

1. Von einem Punkte der Peripherie eines Kreises eine Gerade zu ziehen, so dass das Segment zwischen Durchmesser und dem zweiten Schnittpunkt einer gegebenen Geraden gleich ist. (Lib. V 32, 33, 34, 37).

2. Von einem beliebigen Punkte der Kathete eines rechtwinkligen

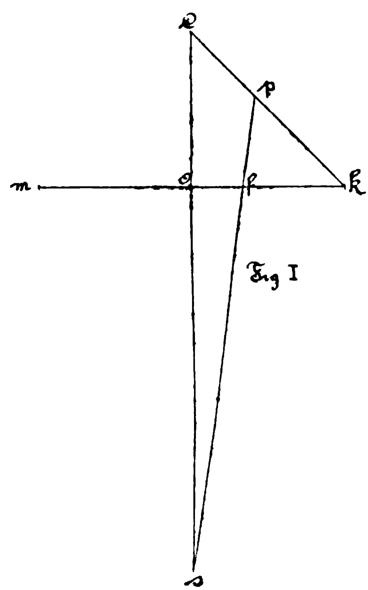
[1]) Diese falsche Construction des Bildpunktes findet sich bis zum 18. Jahrhundert. Näheres wird hierüber an einem anderen Orte veröffentlicht werden.

Dreiecks eine Linie nach der Hypotenuse zu ziehen, so dass das Segment zwischen Hypotenuse und der anderen Kathete und das Stück der Hypotenuse, das der ersteren benachbart ist, ein gegebenes Verhältniss hat (Lib. V, 38).

Die erste Aufgabe[1]) wird mit Hülfe einer gleichseitigen Hyperbel gelöst. Da **Alhazen** jedoch hierbei nicht alle Fälle berücksichtigt, wird er zu der Auseinanderziehung seiner Aufgaben genöthigt und überblickt später bei der Construction der Reflexionspunkte nicht die überhaupt mögliche Anzahl dieser Punkte. Die zweite Aufgabe wird mit Hülfe der ersten gelöst. Die Lösungen beider Aufgaben, die recht complicirt, aber ebenso wie die Beweise richtig, wenn auch nicht erschöpfend durchgeführt sind, sollen hier übergangen werden.

Mit Hilfe dieser Aufgaben findet nun **Alhazen** den Reflexionspunkt am Convexspiegel folgendermassen (Lib. V, 39):

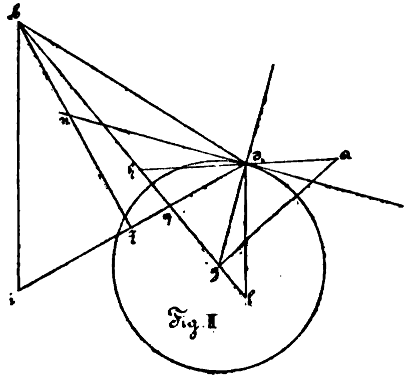
Sind a und b (Fig. II) die gegebenen Punkte und g das Centrum des reflectirenden Kreises, so werde eine beliebige Linie mk (Fig. I) in f so



getheilt, dass mf : fk = bg : ag ist. Man errichte im Halbirungspunkte o ein Loth und trage im Punkte k an ok den Winkel $R - \frac{bag}{2}$ an, ziehe durch f nach Hilfsaufgabe 2 eine Linie so, dass ps : pk = bg : gd ist,

[1]) Diese Aufgabe löst für den Fall, dass die gegebene Linie gleich dem Kreisradius ist, das Problem der Winkeltrisection.

trage ferner den Winkel fpk an bg in g an = bgd, so ist d der gesuchte Reflexionspunkt (Fig. II).



Beweis. Die Dreiecke bdg und pks sind nach Construction ähnlich, also Winkel bdg = pks. Macht man Winkel qdg = pko, dann ist Dreieck qgd $\sim$ fpk und Dreieck qdb $\sim$ fks und schliesslich, wenn bz senkrecht auf qd ist, Dreieck bqz $\sim$ sfo. Hieraus folgt:

$$zq : qb = of : fs$$
$$qb : qd = fs : fq$$
$$zq : qd = of : fk$$
$$\frac{zq + qd}{qd} = \frac{of + fk}{fk}$$

zd : qd = ok : fk. Macht man bi = bd, so ist:

2zd : qd = 2ok : fk oder

1. . . . . . . iq : qd = mf : fk = bg : ga.

Zieht man parallel zu bi dl, so ist ldq $\sim$ bqi und

iq : qd = ib : dl = bd : dl; mit Rücksicht auf 1 ist dann

2. . . . . bd : dl = bg : ga.

Man mache jetzt hdl = bga und ziehe in d die Tangente nd. Dann ist der Winkel ndq — ock = $\frac{bga}{2} = \frac{hdl}{2}$. Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke biq und qdl folgt aber, wenn für bi bd gesetzt wird, bq : ql = bd : dl, es muss also qd den Winkel bdl halbiren, und es ist qdb = $\frac{bdl}{2}$. Nun war ndq = $\frac{hdl}{2}$, qdb = $\frac{bdl}{2}$, also qdb — qdn = $\frac{bdl - hdl}{2}$ d. h. bdn = $\frac{bdh}{2}$. Es halbirt also die Tangente den Winkel bdk.

Es bleibt noch zu beweisen übrig, dass die Verlängerung von hd durch a geht, d. h. die Tangente den von dem einfallenden und reflectirten Strahl gebildeten Winkel halbirt.

Zieht man hc parallel bd, so ist bd : hc = bg : gh und
3. . . . . . bd : dh = bg : gh.

Ginge nun die Verlängerung von hd nicht durch den Punkt a, sondern durch einen anderen Punkt der Linie ag z. B. x, dann wäre hgx $\sim$ hdl, also hd : dl = hg : xg, mit Rücksicht auf 3 wäre bd : dl = bg : xg und hieraus folgt nach 2 ag = xg, d. h. x fällt mit a zusammen.

In der Prop. 43 geht Alhazen zu den cylindrischen Convexspiegeln über.

Ist der Schnitt von Reflexionsebene und Kreiscylinder eine Gerade oder ein Kreis, so wird der Reflexionspunkt wie beim Plan- oder sphärischen Convex-Spiegel gefunden. Ist der Schnitt eine Ellipse, so construirt Alhazen den Punkt folgendermassen (Prop. 48):

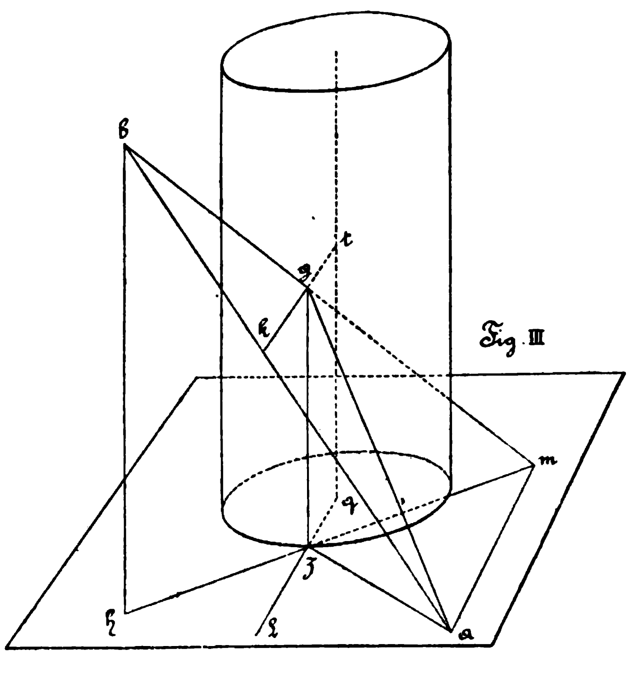


Fig. III

Sind a und b (Fig. III) die gegebenen Punkte, so lege man durch a eine Ebene parallel der Basis des Cylinders und fälle auf diese Ebene das Loth bh. In Bezug auf h und a construire man auf dem durch die Ebene ausgeschnittenen Kreise den Reflexionspunkt z, verbinde z mit dem Mittelpunkt des Kreises q, ziehe von a zu zq eine Parallele, die hz in m schneide, verbinde m mit b, so schneidet diese Linie den Cylinder im Reflexionspunkt g.

Beweis[1]). Zieht man von g eine Senkrechte auf die Basis, so muss diese Linie, da sie in der Ebene bhm liegt, ihren Fusspunkt in z haben. Zieht man von g eine Parallele zu zq, nämlich g t, so ist diese Linie Normale im Punkt g. Sie schneidet auch die Linie ab in k, denn da am parallel zq und zq parallel gt ist, so ist auch g t parallel am, liegt also in der Ebene bam, schneidet also ba in k. Da die Linie lzq den Winkel hza halbirt und am parallel zq ist, so ist zma gleichschenklig, die Dreiecke gza und gzm also congruent, daher auch Dreieck agm gleichschenklig. Nun ist Winkel gam = kga und gma = bgk, also bgk = kga

In ähnlicher Weise findet Alhazen den Reflexionspunkt beim conischen Convexspiegel.

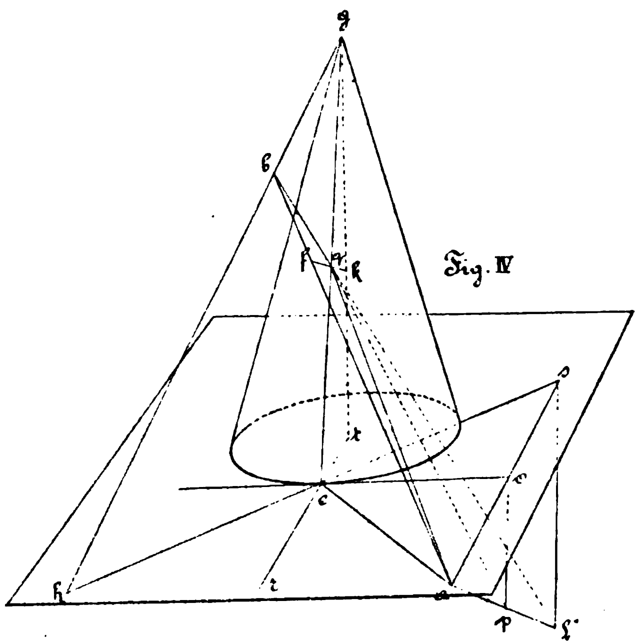


Fig. IV

Liegen die gegebenen Punkte a und b (Fig. IV) zwischen einer durch den Scheitel des Kreiskegels gelegten Ebene, die der Basis parallel ist, so lege man durch a eine Ebene, die der Basis ebenfalls parallel ist, und verbinde den Scheitel g mit b. Diese Linie treffe

[1]) Der im Alhazen befindliche Beweis ist in Folge der mangelhaften Figur und eines Druckfehlers sehr schwer verständlich. Die hier gegebenen Beweise enthalten seinen Gedankengang, sind aber wesentlich vereinfacht.

die Ebene in h. In Bezug auf a und h construire man auf dem ausgeschnittenen Kreise den Reflexionspunkt e, verbinde e mit dem Scheitel g und dem Mittelpunkt des Kreises t, lege die Ebene egt, die ab in f schneide, und fälle von f auf eg das Loth fq; dann ist q der Reflexionspunkt.

Beweis. Man ziehe durch a eine Linie parallel fq, die von bq in l geschnitten werde, ziehe ferner durch a eine Parallele zu et, die von he in s geschnitten werde. Verbindet man s mit l, so ist die Ebene als der Ebene get parallel, da as parallel et und al parallel qk ist. Diese Ebenen werden durch die Tangentialebene in eg in den Parallelen eq und po geschnitten, von der Ebene geh aber in eq und ls. Es ist also ls parallel po parallel eq. Es verhält sich also ao : os = ap : pl. Da Dreieck eas gleichschenklig, halbirt eo die Linie as, es ist also ap = pl. Die Linie qp steht senkrecht auf qk, da sie der Tangentialebene angehört, senkrecht auch auf der qk parallelen Linie al, es ist also das Dreieck qal gleichschenklig, also bqf = qla = qal = fqa.

Liegen die gegebenen Punkte m und n in der durch den Scheitel gehenden, der Basis parallelen Ebene (Prop. 55), so verbinde man m und n mit g und halbire den Winkel mgn durch eine Linie, die mn in q schneide. Die durch q und die Axe gelegte Ebene schneidet aus dem Kegel die Seite gh; fällt man nun von q auf gk das Loth qe, so ist e der Reflexionspunkt. Der Beweis ist nach dem vorhergehenden leicht zu führen.

In den folgenden Artikeln (Prop. 56, 57, 58, 59) werden die Reflexionspunkte für besondere Lagen der gegebenen Punkte construirt, es bieten diese Constructionen aber nicht wesentlich Neues.

Von Prop. 60 an behandelt Alhazen die Concavspiegel und zwar zuerst wieder die sphärischen. Es werden ähnliche Lagen der gegebenen Punkte betrachtet wie bei Ptolemäus, die Lösung aber in anderer Weise gegeben (Prop. 71 und 72). Bei der allgemeinen Lage der Punkte ist die Auseinandersetzung nun höchst verworren, unklar und oft falsch. Es wird gezeigt, dass Reflexion nur stattfinden kann auf dem Kreisbogen, der von den Radien gebildet wird, auf denen die gegebenen Punkte liegen, oder auf dem Kreisbogen, der von den Verlängerungen dieser Radien gebildet wird. In der Prop. 75 wird bewiesen, dass auf diesem zweiten Bogen nur *ein* Reflexionspunkt möglich ist, derselbe ist aber schon in Prop. 73 construirt. Diese Construction unterscheidet sich von der beim Convexspiegel nur dadurch, dass hier der halbe Winkel verwendet wird, den die durch die gegebenen Punkte gehenden Radien bilden, während früher das Complement dieses Winkels gebraucht wurde. In Prop. 81 wird gezeigt, dass sich auf dem ersten Bogen zwei Reflexionspunkte bestimmen lassen, in Prop. 82 soll bewiesen werden, dass es *nur* zwei sein können. Der Beweis ist unverständlich und steht in Widerspruch mit Prop. 86,

wo gesagt wird: „Si recta linea connectens dua puncta in diversis diametris circuli a centro inaequabiliter distantia continuata eundem secet, possunt dicta puncta ab uno, duobus, tribus aut quatuor punctis inter se reflecti.“ Nach Prop. 75 gab es auf dem zweiten Bogen nur *einen* Reflexionspunkt, nach Prop. 82 sind auf dem ersten Bogen nur zwei möglich, auf den beiden anderen Bogenstücken ist eine Reflexion (Prop. 66) unmöglich, also würde es nach diesen Sätzen nur drei Punkte geben können. Die Behauptung, dass es *nur* einen Reflexionspunkt geben kann, ist ebenfalls unrichtig. In Prop. 83 sollen auf dem ersten Bogen die beiden Reflexionspunkte construirt werden. Die Construction ist schwer verständlich, da in der Figur ein Buchstabe fehlt. Aus der Optik des Vitello (s. unten), der diese Sätze in derselben Reihenfolge behandelt und bei dem Risner dieselben Figuren verwendet hat, kann der Buchstabe ergänzt werden. Die Construction beschränkt sich aber nur auf *einen* Punkt statt der beiden versprochenen. Vitello, der sonst nicht nur die Gedanken des Alhazen, sondern häufig auch seine Worte gebraucht, hat diesen Artikel anders gestaltet.

Bei Alhazen lautet derselbe: „Datis duobus punctis in diversis diametris circuli, a centro inaequabiliter distantibus, invenire in peripheria comprehensa inter semidiametros, in quibus ipsa sunt, duo reflexionis puncta.“

Bei Vitello (Lib. VIII, 37): „Secundum modum datae lineae a dato puncto speculi sphaerici concavi ductae, possibile est, duo puncta reperiri, quae in diversis diametris inaequabiliter a centro speculi distantia, ab eodem dato speculi, et uno tantum alio ejusdem arcus interjacentis semidiametri, in quibus illa puncta sunt, ad se mutuo reflectantur.“

Obgleich nun Vitello den Reflexionspunkt als gegeben annimmt und die beiden sonst gegebenen Punkte bestimmen will, führt er doch die Construction des Alhazen fast wörtlich an, kommt natürlich nicht zum Ziel und bleibt vollständig unverständlich. Es sind offenbar auch Vitello die Artikel 82 und 83 des Alhazen nicht klar gewesen. Aus dieser Auseinandersetzung geht hervor, dass die Lösung des Alhazen für die sphärischen Concavspiegel durchaus nicht erschöpfend ist, wie schon oben bemerkt wurde.

Die Construction der Reflexionspunkte an den cylindrischen und konischen Concavspiegeln führt Alhazen mit Beweisen wieder ganz ausführlich durch, obgleich sich dieselbe von der Construction, die er bei den Convexspiegeln gegeben hat, nicht unterscheidet. Hervorzuheben ist nur, dass Alhazen in diesen Artikeln die mögliche Zahl der Reflexionspunkte beim sphärischen Concavspiegel zu 4 annimmt.

Vitello, ein sonst unbekannter Mönch, schrieb um das Jahr 1270 eine Optik, die sich wesentlich auf Alhazen stützt, daher das Problem ausführlich enthält. Aus diesem Werke lernt man absolut nichts Neues, da die betreffenden Artikel des Alhazen nur abgeschrieben

oder umschrieben sind. Priestley führt in seiner Geschichte der Optik einen Ausspruch von Porta über Vitello an, der die Abhängigkeit desselben von Alhazen kennzeichnet: „B. Porta thinks, Vitellio to be almost always wrong, when he departs from Alhazen, whose ape he calls him.“

Barrow scheint zuerst dieses Problem wieder aufgenommen zu haben. Er behandelt es in den „Lectiones opticae“ in der 9. Vorlesung. Er führt zuerst einige Specialfälle an, bei denen die gegebenen Punkte gleiche Entfernung vom Centrum haben oder auf demselben Durchmesser liegen, dann behandelt er die Aufgabe für eine beliebige Lage der Punkte. Barrow deutet dabei mit nur wenigen Worten eine interessante Lösung an. Er findet nämlich die Reflexionspunkte durch eine gewisse Curve, die aber nicht weiter untersucht wird, weil solche „lineae etsi longe faciliores iis, quae per vulgo receptas lineas peraguntur, et Problematum naturam magis in propatulo collocantes a Geometris nihilominus gravatim admittuntur.“ Merkwürdigerweise findet man diese Lösung in der Literatur nie erwähnt, sie scheint mir aber werth, der Vergessenheit entrissen zu werden und soll deshalb hier ausgeführt werden.

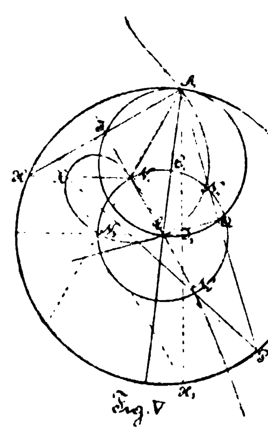


Fig. V

Sind A und x (Fig. V) die gegebenen Punkte, C das Centrum des reflectirenden Kreises, so werde über CA als Durchmesser ein Kreis beschrieben und um C mit CA als Radius ein Kreis. Zieht man von A die beliebige Gerade AQP, von C aus die Gerade CQ und von P aus Px, so geben die resp. Schnittpunkte von Px und QC Punkte der die Lösung gebenden Curve[1]).

Der Beweis ergiebt sich sofort.

Sind die Schnittpunkte des reflectirenden Kreises und der Curve N_1,

[1]) Die Gleichung dieser Curve ist in dem analytischen Theile abgeleitet, s. S. 89 und 90.

N_2, N_3, N_4, so ist CN_1 Mittelloth von AH, da bekanntlich der um C_1 beschriebene Kreis der Ort für die Mittelpunkte aller von A ausgehenden Sehnen ist. Es ist also Dreieck HN_1A gleichschenklig und Winkel $xN_1J = AN_1J$. Ebenso gestaltet sich der Beweis für N_2. N_3 und N_4 sind die supplementären Punkte, d. h. CN_3 halbirt den Supplementwinkel von xN_3A, was aus der Figur unmittelbar ersichtlich ist.

Diese Curve giebt alle Lösungen des Problems. Barrow begnügt sich, wie schon oben bemerkt, nur mit der Andeutung derselben und giebt dann die Construction und den Beweis des Alhazen. Die erste Hilfsaufgabe des Alhazen löst er nicht nur durch die gleichseitige Hyperbel, sondern wieder durch eine eigene Curve. Barrow bemerkt richtig, dass die Hilfsaufgaben des Alhazen mehrere Lösungen[1]) zulassen, er verfolgt dieselben aber nicht in Bezug auf die verschiedenen zu erhaltenden Punkte des Problems.

Der berühmte Christian Huyghens 1629—95 ist der erste gewesen, der bei der Lösung der Aufgabe direct eine schneidende Hyperbel anwendet. Er giebt drei Constructionen und eine Ableitung der Gleichung der Hyperbel. In der ersten Construction (Opera varia Tom. II) findet Huyghens zwei Gerade, die die conjugirten Durchmesser einer Hyperbel sind, von der noch drei Punkte bestimmt sind. Bei der zweiten Construction (in den Philosoph. Trans. ist es die erste) wird die Lage zweier Asymptoten gefunden und zwei Punkte, durch die die Hyperbel gelegt wird.

Sehr einfach ist die dritte Construction, die er mit den Worten einführt: „Sed en Tibi illam bonam constructionem, quae in omnibus casibus obtinet."

Sind B und C die gegebenen Punkte, so verbinde man sie mit dem Centrum A des reflectirenden Kreises, suche AF und AG als dritte Proportionalen zu dem Radius und BA resp. CA, halbire FG in H, ziehe durch H eine Linie parallel zur Halbirungslinie des Winkels BAC und eine Linie, die senkrecht darauf steht, so sind diese beiden durch H gehenden Geraden die Asymptoten einer gleichseitigen Hyperbel, die noch durch die Punkte F, G, A gehen muss.

Die Gleichung der Hyperbel wird abgeleitet, indem ein Coordinatensystem zu Grunde gelegt wird, dessen x-Axe die Halbirungslinie des Winkels BAC ist und die durch das Centrum gehende Senkrechte die y-Axe. Sind die Coordinaten der gegebenen Punkte dann a, b resp. c, n und ist der Radius des Kreises d, so findet man durch Betrachtung verschiedener ähnlicher Dreiecke die Gleichung

$$xy = \frac{abd^2x - and^2x + acd^2y + a^2d^2y}{2a^2c + 2b^2c},$$

die sich leicht auf die später abzuleitende zurückführen lässt.

---

[1]) Plures emergunt solutiones, at quoad omnis casus persimilis erit, constructio nec fere diversa demonstratio; quare cur plura? et a. l. meamque pariter ac vestram patientiam macerarem, omnes intricati Problematis nodos evolvendo.

Sluse 1622—85 hat über das Problem mit Huyghens einen ausgedehnten Briefwechsel geführt, der in den Philos. Trans. vom Jahre 1673 veröffentlicht ist. Aus diesen Briefen ist hervorzuheben, dass Sluse die Aufgabe auch durch eine schneidende Parabel löst, deren Construction ausserordentlich umständlich ist. Eine von Sluse angegebene Construction, von der er sagt: „I think a shorter can hardly be found," ist durchaus nicht einfacher, als die von Huyghens, mit der sie grosse Aehnlichkeit hat.

Das Dictionaire mathématique von Ozanam 1691 enthält unter Katoptrik dieses Problem. Es wird die Gleichung der Hyperbel ganz nach Huyghens abgeleitet, selbst die Buchstaben der Figur und der Gleichung stimmen überein, nur ist die Erklärung viel umständlicher. Es wird dann die Construction von Huyghens angeführt nebst einem sehr weitläufigen Beweise. Eine zweite einfachere Ableitung der Gleichung rührt von Abbé de Catelan[1]) her.

Marquis de l'Hôpital löst die Aufgabe durch sehr einfache geometrische Ueberlegungen, die im Allgemeinen die Analysis der ersten Construction von Huyghens sind. Er construirt die aus diesen Betrachtungen abgeleitete Gleichung der Hyperbel und wird durch die Betrachtung der Asymptoten dieser Curve zu der schönen Construction von Huyghens geführt. Eine weitere ebenfalls einfache Ableitung der Gleichung der Hyperbel schliesst sich an eine Construction von Sluse an.

Simson giebt in der 2. Ausgabe seiner Sect. conic. libri V in einem Appendix die Analysis, Construction und Beweis der Aufgabe. Die Construction ist mit der von Sluse identisch. Simson fügt in einer Nachschrift hinzu, dass er die Lösung erdacht habe, ehe er die von Sluse gesehen habe, macht dabei aber Robins 1707—1751 den versteckten Vorwurf, dass er zu der in den[2]) „Remarks on Dr. Smith's System of Optics" gegebenen Construction nebst Beweis keine Analyse gehabt habe. Er glaubt sich zu dieser Aussage berechtigt unter Hinweis auf die Worte Robins: „The problem is indeed in most cases too complex to admit of a simple and elegant solution." Simson muss jedoch diese Stelle sehr flüchtig gelesen haben, denn die Bemerkung Robins bezieht sich nicht auf das Alhazen'sche Problem, sondern auf die Lage des Bildpunktes.

In dem Appendix zu Robins Werken wird dieser von dem Herausgeber Wilson gegen den Vorwurf Simson's in Schutz genommen. Wir erfahren hierbei, dass der von Robins gegebene Beweis nicht von diesem, sondern von Pemberton 1694—1771 herrührt, der ihn als

---

[1]) Die Abhandlung von de Catelan habe ich nicht aufgefunden. Simson gibt an dass dieselbe in Philos. Trans No. 98 stehe, ich habe sie jedoch dort nicht gefunden, auch sonst nirgends eine Andeutung darüber.

[2]) Simson führt falsch an, dass die Construction in den „Remarks upon Mr. Euler's Treatise of Motion" stände.

Student in Paris gefunden hat. Wilson giebt die Analyse Pemberton's und fügt dann noch einige Bemerkungen über die Anzahl der Reflexionspunkte hinzu, die bei verschiedenen Lagen der Punkte erhalten werden.

Eine wunderliche Fassung hat die Aufgabe im Jahre 1727 erhalten. Sie wurde nämlich als Preisaufgabe in „The Ladies Diary" folgendermassen gestellt: „In a beautiful garden is a circular grassplot whose radius is 50 feet; from the centre two rectilinear walks branch off, forming an angle of 55° their lengths are 108 and 80 feet respectively. It is required to find a point in the circumference, to which lines being drawn from the extremities of the walks, they shall form, equal angles with the tangent at the point of concourse."

In der im Jahre 1728 von einem Anonymus gegebenen ersten Lösung wird die Gleichung einer Hyperbel abgeleitet mit Anlehnung an Sluse und l'Hôpital. Das berechnete Resultat wird angeführt, doch ohne Angabe der benutzten Methode.

Eine um 1770 von Hutton angegebene Lösung führt auf trigonometrischem Wege zu einer biquadratischen Gleichung, deren Wurzeln dem Problem genügen. Die Wurzeln selber werden nicht bestimmt[1]).

Um das Jahr 1817 bringt Thomas Leybourn noch eine dritte Lösung, der ein kurzer Beweis folgt. Dieselbe ist nicht wesentlich von der von Sluse gegebenen verschieden.

Der Erste, der die Lösung rein trigonometrisch versucht hat, ist Abraham Gotthelf Kaestner 1719—1800. Er will das Problem lösen ohne die Construction der Hyperbel, die keinen praktischen Nutzen habe. Ebenso soll auch die Auflösung der biquadratischen Gleichung vermieden werden, die sich ergiebt, wenn man aus der Gleichung der Hyperbel und des Kreises die eine Unbekannte eliminirt.

Es seien P und O (Fig. VI) die gegebenen Punkte ausserhalb des Kreises. Der Winkel PCO werde durch CA halbirt und PE und HO seien Tangenten des Kreises. Unter der Voraussetzung, dass $CO > PC$ ist, ergiebt sich leicht, dass zwischen A und D ein Punkt M existiren muss, so dass $PMC = OMC$ ist. Auf dem Bogen DE liegt ein Punkt R, so dass $CRP + CRO = 180^0$ ist, also der Nebenwinkel der Strahlen halbirt wird. Zwischen E und B liegt ein Punkt N, so dass $ONC = PNC$ ist, schliesslich zwischen H und I ein Punkt, so dass $PSC + OSC = 180^0$ ist.

Ist $ACO = \alpha$ und der unbekannte Winkel $MCA = \varphi$, so folgt aus Dreieck CMP, wenn der Radius des Kreises $= 1$ und $PC = a$ gesetzt wird, $\text{tg}\, CMP = \frac{a \sin(\alpha - \varphi)}{1 - a \cos(\alpha - \varphi)}$, ähnlich aus Dreieck CMO

$$\text{tg}\, CMO = \frac{b \sin(\alpha + \varphi)}{1 - b \cos(\alpha + \varphi)}, \text{ wo } b = CO \text{ ist.}$$

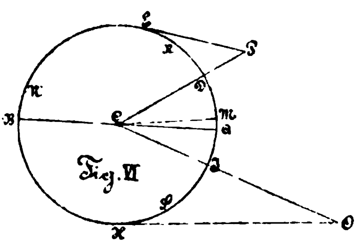
[1]) Baker bemerkt, dass es Lösungen seien „by trial and error." Es bezieht sich jedoch die Bemerkung Leybourn's (S. 169) über diese Methode auf eine Lösung von Wales, die später angeführt werden wird.

Da die Winkel gleich sein müssen, ergiebt sich nach einigen Reductionen:

1. . $\sin\varphi\cos\varphi = A\cos\varphi + B\sin\varphi$, wo $A = \frac{b-a}{2ab}\sin\alpha$, $B = \frac{b+a}{2ab}\cos\alpha$ ist. Setzt man $\cos\varphi = x$, so erhält man die Gleichung:

2. . . $x^4 - 2Bx^3 + (A^2 + B^2 - 1)x^2 + 2Bx - B^2 = 0$

und ähnliche Gleichungen für die anderen oben angedeuteten Fälle.



Um den Winkel φ ohne Auflösung der biquadratischen Gleichung zu finden, wird die Gleichung 1 in die Form geschrieben $\sin\varphi - B\,\mathrm{tg}\,\varphi = A$. Es ergiebt sich dann aus der Betrachtung der Constanten A und B als untere Grenze für φ $\sin\varphi > A + \frac{AB}{\sqrt{1+A^2}}$, während als obere Grenze $\varphi < \alpha$ bekannt ist. Wählt man zwischen diesen Grenzen einen beliebigen Werth, so kann durch bekannte Methoden der Annäherung der Winkel φ bis zu jedem beliebigen Grad von Genauigkeit gefunden werden.

William Wales hat fünf Jahre später als Kästner in den Phil. Trans. Bd. 71, S. 454—78 eine Arbeit veröffentlicht, in der das Alhazen'sche Problem als Beispiel verwendet wird für eine Methode, Gleichungen höheren Grades durch Näherung mit Hilfe der trigonometrischen Funktionen zu lösen. Sind a und b die Entfernungen der gegebenen Punkte vom Mittelpunkt des Kreises, x und y die Entfernung des Mittelpunktes von dem Fusspunkte der Lothe, die von den Schnittpunkten von a und b mit dem Kreise auf die Halbirungslinie des gesuchten Winkels gefällt werden, ist r der Radius des Kreises, so ergiebt sich die Gleichung:

$$\frac{r}{b} \cdot \frac{r}{\sqrt{r^2 - y^2}} - \frac{r}{a}\,\frac{r}{\sqrt{r^2 - x^2}} = \frac{y}{\sqrt{r^2 - y^2}} - \frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}$$

Hier sind $\frac{r}{\sqrt{r^2 - x^2}}$ und $\frac{r}{\sqrt{r^2 - y^2}}$ die Cosekanten der Bogen, die zwischen den Schnittpunkten von a und b mit dem Kreise und dem

gesuchten Reflexionspunkte liegen, $\frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}$ und $\frac{y}{\sqrt{r^2 - y^2}}$ sind die Cotangenten dieser Bogen. Es sind also zwei Bogen, deren Summe bekannt ist, so zu finden, dass die Differenz der Cotangenten gleich ist der Differenz der mit einer Constanten multiplicirten Cosekanten.

In der 2. Auflage der Traité d'optique von la Caille findet sich eine Lösung des Problems, die von den diese Auflage besorgenden Schülern des Polytechnikums herrührt. Aus der Gleichheit der Winkel, die einfallender und reflectirter Strahl mit der Tangente im Reflexionspunkte bilden, wird die Gleichung einer Hyperbel gefunden. Die Ableitung ist nicht sehr einfach, auch sind einige Vorzeichenfehler vorhanden. Hervorzuheben ist, dass hier zuerst durch die Betrachtung zweier unendlich naher einfallender und reflectirter Strahlen der richtige Bildpunkt bestimmt wird.

C. Eberhard hat im Jahre 1877 eine Programmabhandlung veröffentlicht: „Ueber gewisse reflectirende Punkte sphärischer Spiegel und anderer spiegelnder Flächen 2. Ordnung.“ In dieser Arbeit wird die Aufgabe, ohne Kenntniss, dass dieselbe das Alhazen'sche Problem ist, auf die Flächen 2. Grades ausgedehnt und für dieselben analytisch gelöst. In dem analytischen Theil wird diese Arbeit besprochen werden. Der Verfasser giebt in derselben einen Apparat an, mit dem mechanisch die Reflexionspunkte auf einem Kreise oder Kegelschnitt gezeichnet werden können.

E. B. Seitz leitet in der Zeitschrift „The School Visitor“ 1881 für das Problem eine Gleichung 4. Grades ab, die durch Näherung gelöst wird. Es wird erwähnt, dass für den einen Reflexionspunkt die Summe der Strahlen ein Minimum, für den zweiten ein Maximum ist, und dass für die beiden anderen Punkte die Differenz der Strahlen ein Maximum ist. Ein Beweis hierfür findet sich nicht.

M. Baker hat schliesslich im Americ. Journ. of Mathem. 1881 eine reiche Literaturangabe, sowie folgende Ausdehnung des Problems gegeben: „The solution of Alhazen's Problem gives the minimum (and also maximum) path between two points and an inmediary circle, the points and circle being situated in the same plane, and we shall here give the solution of the same problem when the two points and circumference of the given circle are situated in the surface of a sphere.“

Sind auf einer Kugelfläche zwei Punkte A und B gegeben, deren Breite φ_1 und φ_2 und deren Länge λ_1 und λ_2 ist, ausserdem ein Parallelkreis, dessen Breite φ ist, so soll auf diesem Kreise ein Punkt P gesucht werden, für den $AP + PB$ ein Minimum ist. Es müssen dann die durch PB und PA gelegten grössten Kugelkreise mit dem Parallelkreis gleiche Winkel bilden. Legt man durch den Pol O der Kugel und die Punkte A, P, B Kreise und nennt die Winkel AOP und BOP x resp. y, so ergiebt sich aus den entstehenden sphärischen

Dreiecken nach mehrfachen Transformationen die sehr complicirte Gleichung:

$$\frac{\cos^2\phi_1 \sin^2 x(1-\cos^2\phi_2 \sin^2 y)(1+\operatorname{cotg}^2\phi_1 \cos^2 x)(\operatorname{cotg}\phi_2 \cos y-\operatorname{cotg}\phi)^2}{\cos^2\phi_2 \sin^2 y(1-\cos^2\phi_1 \sin^2 x)(1+\operatorname{cotg}^2\phi_2 \cos^2 y)(\operatorname{cotg}\phi_1 \cos x-\operatorname{cotg}\phi)^2}=1.$$

Da nun $x + y = \lambda_2 - \lambda_1$, so erhält man durch Elimination der einen Unbekannten eine Gleichung, die durch Näherung gelöst werden kann.

— — —

II.

Analytische Lösung des verallgemeinerten Alhazen'schen Problems.

Visu et visibili datis in quocunque speculo punctum reflectionis invenire.

Bei sphärischen Spiegeln ist der Schnitt von Reflexionsebene und Spiegel stets ein grösster Kugelkreis. Es reducirt sich daher hier, wie schon oben gesehen wurde, die Aufgabe darauf, an einem spiegelnden Kreise die Reflexionspunkte zu bestimmen. Es wird daher das Problem zuerst für spiegelnde ebene Curven untersucht werden.

1.

Spiegelnde ebene Curven.

Es seien die Coordinaten der gegebenen Punkte A und A ab resp. $\alpha\beta$, die des gesuchten Punktes P $\xi\eta$ und die Gleichung der gegebenen Curve $f(x\,y) = 0$. Es seien ferner die Winkel, die der einfallende Strahl, die Normale PN und der reflectirte Strahl mit der x-Axe bilden resp. α_1, α_2, α_3, dann sind die Gleichungen dieser Linien

$$\eta - b = m_1(\xi - a) \qquad m_1 = \operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{\eta - b}{\xi - a}$$

$$\eta - y = m_2(\xi - x) \qquad m_2 = \operatorname{tg}\alpha_2 = \frac{f'(\eta)}{f'(\xi)}$$

$$\eta - \beta = m_3(\xi - \alpha) \qquad m_3 = \operatorname{tg}\alpha_3 = \frac{\eta - \beta}{\xi - \alpha}$$

Da nach den Gesetzen der Katoptrik Winkel APN = NPA oder $\alpha_1 - \alpha_2 = \alpha_2 - \alpha_3$ sein muss, so ist auch $\operatorname{tg}(\alpha_1 - \alpha_2) = \operatorname{tg}(\alpha_2 - \alpha_3)$

$$\text{oder } \frac{\operatorname{tg}\alpha_1 - \operatorname{tg}\alpha_2}{1 + \operatorname{tg}\alpha_1 \operatorname{tg}\alpha_2} = \frac{\operatorname{tg}\alpha_2 - \operatorname{tg}\alpha_3}{1 + \operatorname{tg}\alpha_2 \operatorname{tg}\alpha_3}$$

Setzt man nun für $\operatorname{tg}\alpha_1$ etc. die obigen Werthe ein, so erhält man für die verlangten Punkte die Gleichung:

$$\text{I.}\quad \frac{f'(\eta)(\xi - a) - f'(\xi)(\eta - b)}{f'(\xi)(\xi - a) + f'(\eta)(\eta - b)} = \frac{f'(\xi)(\eta - \beta) - f'(\eta)(\xi - \alpha)}{f'(\xi)(\xi - \alpha) + f'(\eta)(\eta - \beta)}$$

Eine andere Gleichung für die verlangten Punkte erhält man **durch** folgende Betrachtung.

Aus der Gleichheit der Winkel APN und NPA folgt auch sin APN = sin NPA oder, wenn AD und $A\Delta$ die von A und A auf die Normale gefällten Lothe sind, $\frac{AD}{AP} = \mp \frac{A\Delta}{AP}$, je nachdem der von P reflectirte Strahl oder die Verlängerung desselben in das Auge fällt. Für diese Linien gelten aber folgende Gleichungen:

$$AD = \frac{f'(\xi)(\eta - b) - f(\eta)'(\xi - a)}{\sqrt{f'(\xi)^2 + f'(\eta)^2}} \qquad A\Delta = \frac{f'(\eta)(\xi - a) - f'(\xi)(\eta - \beta)}{\sqrt{f'(\xi)^2 + f'(\eta)^2}}$$

$$AP = \sqrt{(\xi - a)^2 + (\eta - b)^2} \qquad AP = \sqrt{(\xi - \alpha)^2 + (\eta - \beta)^2}$$

Man erhält also als Gleichung für die verlangten Punkte:

$$\text{II.}\quad \frac{f'(\xi)(\eta - b) - f'(\eta)(\xi - a)}{f'(\eta)(\xi - \alpha) - f'(\xi)(\eta - \beta)} = \mp \frac{\sqrt{(\xi - a)^2 + (\eta - b)^2}}{\sqrt{(\xi - \alpha)^2 + (\eta - \beta)^2}}$$

An diese beiden Gleichungen lassen sich folgende allgemeinen Bemerkungen schliessen:

Ist die Gleichung der Curve f (xy) = 0 vom n. Grade, so wird Gleichung I im Allgemeinen vom Grade 2n — 1, es sind also vorhanden n (2n — 1) Punkte, die den aufgestellten Bedingungen genügen. Die Gleichung II wird dagegen vom Grade 2 (n + 1). Es wird also zur Bestimmung der gesuchten Punkte die Gleichung I zu verwenden sein. Die Gleichung II dient dazu, den Nachweis zu führen, dass einfallender und reflectirter Strahl die Eigenschaft haben, dass ihre Summe resp. Differenz den Bedingungen des Minimum vel Maximum genügt.[1])

Es sind also die Bedingungen des Maximums oder Minimums zu suchen für die Function

$$\varphi(\xi\eta) = \sqrt{(\xi - a)^2 + (\eta - b)^2} \pm \sqrt{(\xi - \alpha)^2 + (\eta - \beta)^2}$$

unter der Einschränkung, dass $\xi\eta$ der Gleichung f $(\xi\eta) = 0$ genüge.

Nach der Methode der unbestimmten Multiplicatoren bei einer Aufgabe des rel. Maxim. vel Minim. ist zu bilden von dem Ausdruck $\varphi + \lambda f$

$$1.\;.\;.\;\frac{\partial\varphi}{\partial\xi} + \lambda\frac{\partial f}{\partial\xi} = 0 \qquad 2.\;.\;.\;\frac{\partial\varphi}{\partial\eta} + \lambda\frac{\partial f}{\partial\eta} = 0$$

---

[1]) S. S. 83.

Setzt man den Werth von λ aus 1 in 2 ein, so erhält man:

3. . . . . $\varphi'(\eta)\, f'(\xi) = \varphi'(\xi)\, f'(\eta)$. Nun ist:

$$-\varphi'(\xi) = \frac{2(\xi - a)}{\sqrt{(\xi - a)^2 + (\eta - b)^2}} + \frac{2(\xi - \alpha)}{\sqrt{(\xi - \alpha)^2 + (\eta - \beta)^2}}$$

$$-\varphi'(\eta) = \frac{2(\eta - b)}{\sqrt{(\xi - a)^2 + (\eta - b)^2}} + \frac{2(\eta - \beta)}{\sqrt{(\xi - \alpha)^2 + (\eta - \beta)^2}}$$

Setzt man diese Werthe in 3 ein, so ist nach einigen Reductionen:

$$\frac{f'(\xi)(\eta - b) - f'(\eta)(\xi - a)}{f'(\eta)(\xi - \alpha) - f'(\xi)(\eta - \beta)} = + \frac{\sqrt{(\xi - a)^2 + (\eta - b)^2}}{\sqrt{(\xi - \alpha)^2 + (\eta - \beta)^2}}$$

Diese Gleichung ist aber dieselbe wie Gleichung II.

Es sollen nun die reflectirenden Punkte auf einem spiegelnden Kreise und einer Ellipse bestimmt werden.

A.

$$f(xy) = x^2 + y^2 - r^2 = 0.$$

Setzt man in Gleichung I für $\xi\eta$ xy, sowie den Werth für $f'(x) = 2x$, $f'(y) = 2y$, so ist:

1. . . . . $$\frac{ya - xb}{xa + yb - r^2} = \frac{x\beta - y\alpha}{x\alpha + y\beta - r^2}$$ oder:

1_α. $$(ya - xb)\cdot(x\alpha + y\beta - r^2) + (y\alpha - x\beta)\cdot(xa + yb - r^2) = 0$$
$$L \cdot \Pi + \Lambda \cdot P = 0$$

Multiplicirt man aus, so erhält man nach einigen Reductionen:

1. $$(a\beta + \alpha b)x^2 - (a\beta + \alpha b)y^2 - 2(a\alpha - b\beta)xy - r^2(b + \beta)x + r^2(a + \alpha)y = 0$$
$$A x^2 - A y^2 - 2 B xy - 2 C x + 2 D y = 0$$

Diese Gleichung repräsentirt eine gleichseitige Hyperbel, die durch den Coordinatenanfang geht. Die Schnittpunkte dieser Hyperbel mit dem gegebenen Kreise sind die verlangten Punkte.

Betrachtet man die Gleichung 1 resp. 1α, so ist:

$ya - yb = 0$ die Verbindungslinie des Punktes A mit dem Mittelpunkte des Kreises resp. dem Coordinatenanfange. $L = 0$.

$x\alpha + y\beta - r^2 = 0$ ist die Polare des Punktes A in Bezug auf den Kreis. $\Pi = 0$.

$y\alpha - x\beta = 0$ ist die Verbindungslinie von A mit dem Mittelpunkte des Kreises. $\Lambda = 0$.

$xa + yb - r^2 = 0$ ist die Polare des Punktes A in Bezug auf den Kreis. $P = 0$.

Es stellt sich daher die Gleichung dar unter der Form

$L\Pi + \Lambda P = 0$, die Gleichung wird also befriedigt durch

$L = 0$, $\Lambda = 0$, d. h. die Hyperbel geht durch den Schnittpunkt dieser beiden Linien, nämlich den Coordinatenanfang O.

$L = 0$, $P = 0$, d. h. die Hyperbel geht durch den Schnittpunkt von AO und der Polare des Punktes A.

$\Lambda = 0$, $\Pi = 0$, d. h. die Hyperbel geht durch den Schnittpunkt der Linie *A*O und der Polare des Punktes *A*.

$P = o$, $\Pi = o$, d. h. die Hyperbel geht durch den Schnittpunkt der beiden Polaren.

Zu einer einfacheren Gleichung gelangt man, wenn das Coordinatensystem so gewählt wird, dass die $+ Y$ Achse den Winkel AO*A* halbirt. Es ist dann $\frac{a}{b} = -\frac{\alpha}{\beta}$ oder $a\beta + \alpha b = 0$. Man erhält dann die Gleichung:

$$1_\gamma. \quad \begin{array}{l} 2\,xy\,(a\alpha - b\beta) + r^2\,x\,(b + \beta) - r^2\,y\,(a + \alpha) = 0 \\ 2\,B\,xy \quad + \quad 2\,C\,x \quad - \quad 2\,D\,y \quad = 0 \end{array}$$

Verschiebt man das Coordinatensystem parallel, indem man $x = x + u$ und $y = y + v$ setzt und u und v so bestimmt, dass die Coëfficienten von x und y verschwinden, so ist

$$xy = \frac{Dv - Cu:}{2\,B} = -\frac{CD}{B^2} \text{ oder}$$

$$1_\delta. \quad xy = \frac{-r^4(a+\alpha)\,(b+\beta)}{4\,(a\alpha - b\beta)} = \frac{-r^4(a+\alpha)\,(b+\beta)}{4\,a\,(\alpha^2 + \beta^2} = \frac{r^4\beta\,(a+\alpha)\,(b+\beta)}{4\,b\,(\alpha^2 + \beta^2)}$$

während u und v die Werthe haben:

$$u = \frac{D}{B} = \frac{r^2\,(a+\alpha)}{2\,(a\alpha - b\beta)} = \frac{r^2\alpha\,(a+\alpha)}{2\,a\,(\alpha^2 + \beta^2)}$$

$$v = -\frac{C}{B} = \frac{-r^2\,(b+\beta)}{2\,(a\alpha - b\beta)} = \frac{r^2\beta\,(b+\beta)}{2b\,(\alpha^2 + \beta^2)}$$

Die Gleichung $1\,\delta$ ist aber die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel bezogen auf die Asymptoten als Coordinatenaxen. Die Coordinaten des Mittelpunkts derselben sind u und v.

Es war oben gezeigt, dass die Hyperbel durch den Schnittpunkt von L und P sowie Λ und Π gehen muss. Nennt man die Coordinaten dieser Schnittpunkte $x_a\,y_b$ resp. $x\ \ y_\beta$, so ergiebt sich aus den Gleichungen dieser Linien:

$$L = o;\ \ y = \frac{b}{a}\,x; \qquad\qquad y = -\frac{\beta}{\alpha}\,x$$

$$P = o;\ \ y = -\frac{a}{b}\,x + \frac{r^2}{b};\ y = \frac{\alpha}{\beta}\,x + \frac{r^2}{b}$$

$$x_a = \frac{r^2 a}{a^2 + b^2} = \frac{r^2\,\alpha^2}{a\,(\alpha^2 + \beta^2)}$$

$$y_b = \frac{r^2 b}{a^2 + b^2} = \frac{r^2\,\beta^2}{b\,(\alpha^2 + \beta^2)}$$

$$\Lambda = 0; \qquad y = \frac{\beta}{\alpha}\,x$$

$$\Pi = 0; \qquad y = -\frac{\alpha}{\beta}\,x + \frac{r^2}{\beta}$$

$$x_\alpha = \frac{r^2\alpha}{\alpha^2 + \beta^2}; \qquad y_\alpha = \frac{r^2\beta}{\alpha^2 + \beta^2}$$

Vergleicht man diese Werthe von x_a x_α und y_a y_α mit den Werthen von u und v, so ergiebt sich, dass $u = \frac{x_a + x_\alpha}{2}$, $v = \frac{y_b + y_\beta}{2}$ ist. Der neue Coordinatenanfang ist also der Mittelpunkt der Linie, die die Schnittpunkte von L und P sowie von Λ und Π verbindet. Es ergiebt sich daher folgende sehr einfache Construction der Hyperbel:

Man verbinde die gegebenen Punkte A und *A* (Fig. VII) mit dem Mittelpunkt des Kreises O, halbire den Winkel AO*A* durch OY und construire in Bezug auf A und *A* die Polaren, nenne den Schnittpunkt dieser Polaren selbst N, den mit AO resp. *A*O M und ***M***,

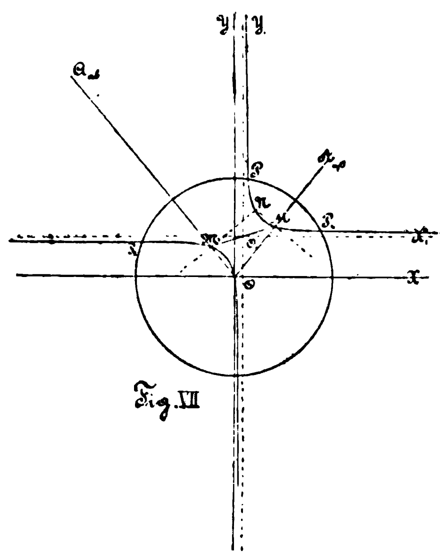


Fig. VII

halbire M*M* in O_1 und ziehe durch O_1 zu OY die Parallele O_1Y_1, sowie die Senkrechte O_1X_1. Man construire nun die gleichseitige Hyperbel, die die Coordinatenaxen O_1Y_1 und O_1X_1 als Asymptoten hat und die durch die Punkte O, M, ***M***, N geht.

Diese Construction ist die schöne Construction von Huygens, denn die Strecken OM resp. O*M* sind die dritten Proportionalen zwischen AO und dem Kreisradius etc. Es ist hier noch der Punkt N bestimmt, durch den die Hyperbel gehen muss, also vier feste Punkte derselben, während Huygens nur deren drei kannte, nämlich M, O, *M*.

Es wäre noch zu untersuchen, ob stets vier Schnittpunkte der Hyperbel und des Kreises vorhanden sind und ob diese Schnittpunkte, die Alhazen'sche Punkte genannt werden sollen, alle wirklich reflectirende Punkte sind.

Liegen A und *A* ausserhalb des Kreises, so liegen M und *M* und damit der neue Coordinatenanfang O_1 stets innerhalb desselben und beide Aeste der Hyperbel schneiden den Kreis, es sind also stets vier Schnittpunkte vorhanden. Es seien P_{1234} die Alhazen'schen Punkte und zwar P_1 und P_3 diejenigen, die durch die zur Y-Axe als Asymptote gehörigen Zweige gebildet werden, P_2 P_4 diejenigen, die durch die anderen Zweige hervorgebracht werden. Dann sind P_1 und P_3 wirklich reflectirende Punkte und zwar P_1 von der Aussenseite (Concavspiegel), P_3 von der Innenseite des Kreises (Convexspiegel). Dagegen halbirt bei den Punkten P_2 und P_4, die supplementäre Alhazen'sche Punkte genannt werden sollen, die Normale nicht den Winkel AP_2A, sondern den Nebenwinkel.

Eine Reflexion an der Aussenseite hat nur statt, so lange der Schnittpunkt der Polaren N innerhalb des Kreises liegt. Liegt derselbe ausserhalb, so findet die Reflexion von zwei Punkten der Innenseite statt.

Liegen die gegebenen Punkte innerhalb des Kreises, so sind die Alhazen'schen Punkte stets wirklich reflectirende und zwar sind 2, 4 oder 3 vorhanden, je nachdem ein Ast der Hyperbel den Kreis schneidet oder beide Aeste es thun, oder aber nur einer den Kreis schneidet, während der andere denselben berührt.

Bei den wirklichen Alhazen'schen Punkten ist die Summe der Strahlen ein Minimum bei der Reflexion an der Aussenseite (Concavspiegel), ein Maximum bei der Reflexion an der Innenseite (Convexspiegel).

Es war oben gezeigt, dass Barrow die Lösung des Alhazen'schen Problems durch eine Curve angedeutet hat, die folgendermassen erhalten wurde:

Mit der Entfernung O*A* zieht man um das Centrum des gegebenen Kreises einen concentrischen Kreis, construirt über O*A* als Durchmesser einen Kreis und legt durch *A* eine beliebige Gerade, die die beiden Kreise in P_1 und P_2 schneidet. Zieht man jetzt OP_1 und AP_2, so ist der Schnittpunkt beider Geraden ein Punkt der Curve.

Es sind nun die Gleichungen der betreffenden Linien:

1. . . . . . . $\mathfrak{A}P_2 = y - \beta = m(x - \alpha)$

2. . . . . . . $OP_1 = y \quad = -\frac{1}{m}x,$

und die Coordinaten des Punktes P_2 als des Schnittpunktes von $\mathfrak{A}P_2$ und des Kreises $x^2 + y^2 = \alpha^2 + \beta^2$

$$x_2 = \frac{m^2\alpha - 2m\beta - \alpha}{1 + m^2} \qquad y_2 = \frac{\beta - 2m\alpha - m^2\beta}{1 + m^2}$$

Die Gleichung der Linie P_2A ist: $y - b = \frac{b - y_2}{a - x_2}(x - a)$

Setzt man in diese Gleichung die Werthe für x_2 und y_2 und eliminirt aus der erhaltenen Gleichung und der Gleichung 2 m, so erhält man als Gleichung der Curve:

$$x^3(b+\beta) - y^3(a+\alpha) - x^2y(a+\alpha) + xy^2(b+\beta) - x^2(a\beta+\alpha b) + y^2(a\beta+\alpha b) + 2xy(a\alpha - b\beta) = 0 \quad \text{oder:}$$

$$(x^2+y^2)[x(b+\beta)-y(a+\alpha)] - x^2(a\beta+\alpha b) + y^2(a\beta+\alpha b) + 2xy(a\alpha - b\beta) = 0$$

Diese Curve dritten Grades hat mit dem Kreise $x^2 + y^2 = r^2$ nur vier Schnittpunkte. Durch Einführung dieses Werthes in die Gleichung der Barrow'schen Curve erhält man die Gleichung der Hyperbel S. 86.

B.

$$f(xy) = a_{00}x^2 + a_{11}y^2 - a_{33} = 0.$$

Wendet man die Gleichung I, S. 85, auf diese Gleichung der centrischen Curven zweiten Grades an, so erhält man:

$$\frac{xy(a_{00} - a_{11}) + yaa_{11} - xba_{00}}{aa_{00}x + ba_{11}y - a_{33}} = -\frac{xy(a_{00} - a_{11}) + y\alpha a_{11} - x\beta a_{00}}{\alpha a_{00}x + \beta a_{11}y - a_{33}}$$

oder ausmultiplicirt:

$$x^2ya_{00}(a_{00} - a_{11})(a + \alpha) + xy^2a_{11}(a_{00} - a_{11})(b + \beta) - x^2a_{00}^2(a\beta + \alpha b) + y^2a_{11}^2(a\beta + \alpha b) + 2xy[a_{00}a_{11}(a\alpha - b\beta) - a_{33}(a_{00} - a_{11})] - ya_{11}a_{33}(a + \alpha) + xa_{00}a_{33}(b + \beta) = 0.$$

Betrachtet man diese Curve dritten Grades in der ersten Form, so sieht man, dass auf beiden Seiten die gleich Null gesetzten Zähler die Gleichung einer Hyperbel repräsentiren, die Nenner dagegen die Gleichungen der Polaren der Punkte A und $\mathfrak{A}$ in Bezug auf die Curve zweiten Grades. Es kann also die Gleichung dargestellt werden unter der Form

$$H \cdot \Pi + \mathit{H} \cdot P = 0.$$

Die Gleichung wird also befriedigt durch:

1. $H = 0$ und $\mathit{H} = 0$, d. h. die Curve geht durch die Schnittpunkte der beiden Hyperbeln.

2. $H = 0$ und $P = 0$, d. h. die Curve geht durch die beiden Schnittpunkte der Polare P und der Hyperbel H.

3. $\mathit{H} = 0$ und $\Pi = 0$, d. h. die Curve geht durch die Schnittpunkte der Polaren Π und der Hyperbel H.

4. $P = 0$ und $\Pi = 0$, d, h. die Curve geht durch den Schnittpunkt der beiden Polaren.

Es sind also im Allgemeinen neun Punkte dieser Curve dritten Grades bekannt. Von den Schnittpunkten der beiden Hyperbeln liegen jedoch nur einer oder zwei im Endlichen, je nachdem die gegebenen Punkte A und A in zwei benachbarten Feldern des Coordinatensystems oder in demselben Felde resp. zwei Scheitelfeldern sich befinden. Der eine dieser Schnittpunkte ist stets der Coordinatenanfang.

Bei einer Ellipse oder Hyperbel werden daher die Alhazen'schen Punkte gefunden als die Schnittpunkte der betreffenden Curve mit der Curve dritten Grades. Es sind also im Allgemeinen sechs solcher Punkte vorhanden.

2.

Spiegelnde Flächen.

Wird das Problem auf den Raum übertragen, so muss nach den Gesetzen der Katoptrik nicht nur Einfalls- und Reflexionswinkel gleich sein, sondern es muss auch die Reflexionsebene auf der Tangentialebene senkrecht stehen.

Sind A (abc) und A $(\alpha\beta\gamma)$ die gegebenen Punkte und

I. . . . . $F(xyz) = 0$

die Gleichung der gegebenen Fläche, so muss die Normale in einem Reflexionspunkt P $(\xi\eta\zeta)$ in die Ebene fallen, die durch $A\mathit{A}P$ gelegt wird, es muss also der Neigungswinkel Null sein.

Der Neigungswinkel ω der Geraden $\frac{x-\xi}{P} = \frac{y-\eta}{Q} = \frac{z-\zeta}{R}$ und der Ebene $P_1x + Q_1y + R_1z = S$ ist bekanntlich:

$$\sin\omega = \frac{PP_1 + QQ_1 + RR_1}{\sqrt{(P^2+Q^2+R^2)(P_1^2+Q_1^2+R_1^2)}}$$

Da $\omega = 0$ ist, so muss $PP_1 + QQ_1 + RR_1 = 0$ sein.

Für die Normale: $\frac{x-\xi}{F'(\xi)} = \frac{y-\eta}{F'(\eta)} = \frac{z-\zeta}{F'(\zeta)}$

und die Ebene: . . $\begin{vmatrix} a & b & c & 1 \\ \alpha & \beta & \gamma & 1 \\ \xi & \eta & \zeta & 1 \\ x & y & z & 1 \end{vmatrix} = 0$ erhält man als Bedingung:

$$\text{II.} \quad \begin{vmatrix} a & b & c & 1 \\ \alpha & \beta & \gamma & 1 \\ \xi & \eta & \zeta & 1 \\ F'(\xi) & F'(\eta) & F'(\zeta) & 0 \end{vmatrix} = 0$$

Eine zweite Gleichung ergiebt sich aus der Bedingung, dass die Winkel zwischen Normale und einfallendem resp. reflectirtem Strahle gleich sein müssen.

Sind diese Winkel ϑ_{1} und ϑ_{11}, so ist $\cos \vartheta_{1} = \cos \vartheta_{11}$.

Nun sind aber die Gleichungen vom einfallenden und reflectirten Strahl:

$$\frac{x-\xi}{a-\xi} = \frac{y-\eta}{b-\eta} = \frac{z-\zeta}{c-\zeta}$$

$$\frac{x-\xi}{\alpha-\xi} = \frac{y-\eta}{\beta-\eta} = \frac{z-\zeta}{\gamma-\zeta}$$

so dass sich aus der Bedingung $\cos \vartheta_{1} = \cos \vartheta_{2}$ ergiebt:

$$\text{III.} \quad \frac{(a-\xi)F'(\xi)+(b-\eta)F'(\eta)+(c-\zeta)F'(\zeta)}{\sqrt{(a-\xi)^2+(b-\eta)^2+(c-\zeta)^2}} = \frac{(\alpha-\xi)F'(\xi)+(\beta-\eta)F'(\eta)+(\gamma-\zeta)F'(\zeta)}{\sqrt{(\alpha-\xi)^2+(\beta-\eta)^2+(\gamma-\zeta)^2}}$$

Ausser dieser Gleichung sind zur Lösung des Problems noch bekannt die Gleichungen I und II. Die Gleichung III ist in dieser Form zur Bestimmung der verlangten Strahlen wenig geeignet.

Schreibt man die Determinante II in die Form:

$$\begin{vmatrix} \xi-a & \eta-b & \zeta-c \\ \xi-\alpha & \eta-\beta & \zeta-\gamma \\ F'(\xi) & F'(\eta) & F'(\zeta) \end{vmatrix} = 0$$

so ergiebt sich hieraus:

$$\text{1.} \quad \begin{aligned} F'(\xi) &= \lambda(\xi-a) + \mu(\xi-\alpha) \\ F'(\eta) &= \lambda(\eta-b) + \mu(\eta-\beta) \\ F'(\zeta) &= \lambda(\zeta-c) + \mu(\zeta-\gamma) \end{aligned}$$

Nach bekannten Sätzen der Determinanten ist aber:

$$\text{2.} \quad \frac{\lambda}{\mu} = \frac{\begin{vmatrix} F'(\xi) & \xi-\alpha \\ F'(\eta) & \eta-\beta \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \xi-a & F'(\xi) \\ \eta-b & F'(\eta) \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} F'(\eta) & \eta-\beta \\ F'(\zeta) & \zeta-\gamma \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \eta-b & F'(\eta) \\ \zeta-c & F'(\zeta) \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} F'(\xi) & \xi-\alpha \\ F'(\zeta) & \zeta-\gamma \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \xi-a & F'(\xi) \\ \zeta-c & F'(\zeta) \end{vmatrix}}$$

Multiplicirt man nun die Gleichungen 1 der Reihe nach mit $\xi - a$, $\eta - b$, $\zeta - c$ und addirt, dann desgleichen mit $\xi - \alpha$, $\eta - \beta$, $\zeta - \gamma$, so ist das Verhältniss der linken Seiten der resultirenden Gleichungen mit Bezug auf Gleichung III:

$$3.\quad \frac{(\xi-a)F'(\xi)+(\eta-b)F'(\eta)+(\zeta-c)F'(\zeta)}{(\xi-\alpha)F'(\xi)+(\eta-\beta)F'(\eta)+(\zeta-\gamma)F'(\zeta)}=\frac{\sqrt{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2}}{\sqrt{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}}$$

Führt man für dies Verhältniss der linken Seiten diesen Werth ein, so erhält man:

$$\frac{\lambda(\xi-a)^2+\mu(\xi-\alpha)(\xi-a)+\lambda(\eta-b)^2+\mu(\eta-\beta)(\eta-b)+\lambda(\zeta-c)^2+\mu(\zeta-\gamma)(\zeta-c)}{\sqrt{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2}}=$$

$$\frac{\lambda(\xi-a)(\xi-\alpha)+\mu(\xi-\alpha)^2+\lambda(\eta-b)(\eta-\beta)+\mu(\eta-\beta)^2+\lambda(\zeta-\gamma)(\zeta-c)+\mu(\zeta-\gamma)^2}{\sqrt{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}}$$

oder:

$$\frac{\lambda[(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2]}{\sqrt{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2}}+\frac{\mu[(\xi-a)(\xi-\alpha)+(\eta-b)(\eta-\beta)+(\zeta-c)(\zeta-\gamma)]}{\sqrt{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2}}=$$

$$\frac{\mu[(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2]}{\sqrt{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}}+\frac{\lambda[(\xi-a)(\xi-\alpha)+(\eta-b)(\eta-\beta)+(\zeta-c)(\zeta-\gamma)]}{\sqrt{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}}$$

oder:

$$\lambda\left[\sqrt{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2}-\frac{(\xi-a)(\xi-\alpha)+(\eta-b)(\eta-\beta)+(\zeta-c)(\zeta-\gamma)}{\sqrt{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}}\right]=$$

$$\mu\left[\sqrt{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}-\frac{(\xi-a)(\xi-\alpha)+(\eta-b)(\eta-\beta)+(\zeta-c)(\zeta-\gamma)}{\sqrt{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2}}\right]$$

oder:

$$\lambda\sqrt{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2}\left[1-\frac{(\xi-a)(\xi-\alpha)+(\eta-b)(\eta-\beta)+(\zeta-c)(\zeta-\gamma)}{\sqrt{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-\gamma)^2}\sqrt{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}}\right]=$$

$$\mu\sqrt{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}\left[1-\frac{(\xi-a)(\xi-\alpha)+(\eta-b)(\eta-\beta)+(\zeta-c)(\zeta-\gamma)}{\sqrt{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2}\sqrt{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}}\right]$$

Hieraus folgt aber, da die Klammern gleich sind:

$$4.\quad .\ .\ .\ .\ .\quad \frac{\lambda}{\mu}=\frac{\sqrt{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}}{\sqrt{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2}}$$

Mit Rücksicht auf Gleichung 2 und 3 ergiebt sich dann:

$$5.\quad \frac{F'(\xi)(\eta-\beta)-F'(\eta)(\xi-\alpha)}{F'(\xi)(\xi-\alpha)+F'(\eta)(\eta-\beta)+F'(\zeta)(\zeta-\gamma)}=\frac{F'(\eta)(\xi-a)-F'(\xi)(\eta-b)}{F'(\xi)(\xi-a)+F'(\eta)(\eta-b)+F'(\zeta)(\zeta-c)}$$

und zwei ähnliche Gleichungen entsprechend den anderen Werthen von $\frac{\lambda}{\mu}$.

Zur Lösung des Problems sind jetzt also folgende Gleichungen gewonnen, wenn statt $\xi \eta \zeta$ xyz gesetzt wird:

$$\text{I.} \quad F(xyz) = 0$$

$$\text{II.} \quad \begin{vmatrix} a & b & c & 1 \\ \alpha & \beta & \gamma & 1 \\ x & y & z & 1 \\ F'(x) & F'(y) & F'(z) & 0 \end{vmatrix} = 0$$

oder ausgerechnet:

$$(a - \alpha)[y F'(z) - z F'(y)] + (b - \beta)[z F'(x) - x F'(z)] + (c - \gamma)[x F'(y) - y F'(x)] + F'(x)(c\beta - b\gamma) + F'(y)(a\gamma - \alpha c) + F'(z)(b\alpha - a\beta) = 0.$$

$$\text{III}_\alpha. \left| \begin{array}{l} \dfrac{F'(x)(y-b) - F'(y)(x-a)}{F'(x)(x-a)+F'(y)(y-b)+F'(z)(z-c)} + \dfrac{F'(x)(y-\beta) - F'(y)(x-\alpha)}{F'(x)(x-\alpha)+F'(y)(y-\beta)+F'(z)(z-\gamma)} = 0 \\ \dfrac{F'(y)(z-c) - F'(z)(y-b)}{F'(x)(x-a)+F'(y)(y-b)+F'(z)(z-c)} + \dfrac{F'(y)(z-\gamma) - F'(z)(y-\beta)}{F'(x)(x-\alpha)+F'(y)(y-\beta)+F'(z)(z-\gamma)} = 0 \\ \dfrac{F'(z)(x-a) - F'(x)(z-c)}{F'(x)(x-a)+F'(y)(y-b)+F'(z)(z-c)} + \dfrac{F'(z)(x-\alpha) - F'(x)(z-\gamma)}{F'(x)(x-\alpha)+F'(y)(y-\beta)+F'(z)(z-\gamma)} = 0 \end{array} \right.$$

Soll eine jede Fläche des Systems IIIα zur Lösung des Problems hinreichend sein, so muss das System dieser drei Flächen ein und dieselbe Schnittcurve haben. Es geht aber die Fläche F_3 durch die Schnittcurve von F_1 und F_2, wenn ist: $F_1 - \lambda_1 F_2 - \lambda_2 F_3 = 0$.

Nennt man nun:

$$F'(x)(x - a) + F'(y)(y - b) + F'(z)(z - c) = \mathrm{N}$$
$$F'(x)(x - \alpha) + F'(y)(y - \beta) + F'(z)(z - \gamma) = N$$
$$x F'(y) - y F'(x) = \Delta^1$$
$$y F'(z) - z F'(y) = \Delta^2$$
$$z F'(x) - x F'(z) = \Delta^3$$

so erhält man durch Bildung von $F_1 - \lambda F_2 - \lambda F_3$:

$$N[\Delta^1 + b F'(x) - a F'(y)] + \mathrm{N}[\Delta^1 + \beta F'(x) - \alpha F'(y)]$$
$$- \lambda_1 \mathrm{N}[\Delta^2 + c F'(y) - b F'(z)] - \lambda_1 \mathrm{N}[\Delta^2 + \gamma F'(y) - \beta F'(z)]$$
$$- \lambda_2 \mathrm{N}[\Delta^3 + a F'(z) - c F'(x)] - \lambda_2 \mathrm{N}[\Delta^3 + \alpha F'(z) - \gamma F'(x)]$$

oder:

$$N[\Delta^1 - \lambda_1 \Delta^2 - \lambda_2 \Delta^3 + F'(x)(b + \lambda_2 c) - F'(y)(a + \lambda_1 c) + F'(z)(b\lambda_1 - a\lambda_2)] +$$
$$\mathrm{N}[\Delta^1 - \lambda_1 \Delta^2 - \lambda_2 \Delta^3 + F'(x)(\beta + \lambda_2 \gamma) - F'(y)(\alpha + \lambda_1 \gamma) + F'(z)(\beta\lambda_1 - \alpha\lambda_2)]$$

Setzt man nun für die willkürlichen Constanten $\lambda_1 = -\frac{a - \alpha}{c - \gamma}$ und $\lambda_2 = -\frac{b - \beta}{c - \gamma}$, so werden die Ausdrücke in den Klammern gleich und man erhält, wenn man für Δ^1 etc. wieder die Werthe setzt:

$$[(a-\alpha)[y F'(z)-zF'(y)] + (b-\beta)[zF'(x)-xF'(z)] + (c-\gamma)[xF'(y)-yF'(x)] + F'(x)(c\beta - b\gamma) + F'(y)(a\gamma - \alpha c) + F'(z)(b\alpha - a\beta)] \cdot [N + \mathit{N}]$$

Der erste Factor dieses Ausdrucks ist aber die Fläche II und als solcher gleich Null, es ist also $F_1 - \lambda_1 F_2 - \lambda_2 F_3 = 0$.

Das System der Flächen IIIα durchdringt sich in einer Curve, die auf der Fläche II liegt, es giebt also eine der Flächen des Systems IIIα verbunden mit den Flächen I und II die allgemeine Lösung des Problems.

Zu diesen Gleichungen IIIα kommt man noch durch andere Betrachtungen.

Da Einfallswinkel ϑ_1 gleich dem Reflexionswinkel ϑ_2 sein muss, so gilt auch: $\sin \vartheta_1 = \sin \vartheta_2$. Nennt man nun die Länge des einfallenden Strahles L, die des reflectirten Strahles Λ, die von den Punkten A resp. A auf die Normale gefällten Lothe p und π, so ist $\sin \vartheta_1 = \sin \vartheta_2$, d. h. $\frac{p}{L} = \mp \frac{\pi}{\Lambda}$, je nachdem der reflectirte Strahl selbst oder die Verlängerung desselben durch den Augenpunkt A geht.

Die Länge eines Lothes, das vom Punkte A (abc) auf die Linie $y = Px + p;\ z = Qx + q$ gefällt wird, ist bekanntlich:

$$P = \sqrt{\frac{a_1^2 + b_1^2 + c_1^2}{1 + P^2 + Q^2}} \quad \text{wo} \quad \begin{aligned} a_1 &= P(q - c) - Q(p - b) \\ b_1 &= Pa + p - b \\ c_1 &= Qa + q - c \end{aligned}$$

Es werden also für die Normale:

$$y = x\frac{F'(\eta)}{F'(\xi)} + \frac{\eta F'(\xi) - \zeta F'(\eta)}{F'(\xi)}$$

$$z = x\frac{F'(\zeta)}{F'(\xi)} + \frac{\zeta F'(\xi) - \xi F'(\zeta)}{F'(\xi)}$$

und den Punkt A diese Werthe:

$$a_1 = \frac{F'(\eta)(\zeta - c) - F'(\zeta)(\eta - b)}{F'(\xi)}$$

$$b_1 = \frac{F'(\xi)(\eta - b) - F'(\eta)(\xi - a)}{F'(\xi)}$$

$$c_1 = \frac{F'(\zeta)(\xi - a) - F'(\xi)(\zeta - c)}{F'(\xi)}$$

Dann folgt für das Loth p die Gleichung:

$$p = \sqrt{\frac{[F'(\eta)(\zeta-c)-F'(\zeta)(\eta-b)]^2+[F'(\xi)(\eta-b)-F'(\eta)(\xi-a)]^2+[F'(\zeta)(\xi-a)-F'(\xi)(\zeta-c)]^2}{F'(\xi)^2+F'(\eta)^2+F'(\zeta)^2}}$$

Ein entsprechender Werth folgt für das Loth π, indem man für abc $\alpha\beta\gamma$ setzt. Durch Einführung der gewonnenen Ausdrücke in: $\frac{p}{\pi} = \mp \frac{L}{\Lambda}$ erhält man dann folgende Gleichung:

$$\text{III}\beta.\ \sqrt{\frac{[F'(\eta)(\zeta-c)-F'(\zeta)(\eta-b)]^2+[F'(\xi)(\eta-b)-F'(\eta)(\xi-a)]^2+[F'(\zeta)(\xi-a)-F'(\xi)(\zeta-c)]^2}{[F'(\eta)(\zeta-\gamma)-F'(\zeta)(\eta-\beta)]^2+[F'(\xi)(\eta-\beta)-F'(\eta)(\xi-\alpha)]^2+[F'(\zeta)(\xi-\alpha)-F'(\xi)(\zeta-\gamma)]^2}}$$

$$= \mp \sqrt{\frac{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2}{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}}$$

Auch diese Gleichung ist für die Lösung des Problems ungeeignet. Eine einfache Betrachtung der Gleichungen III, III_α, III_β zeigt, dass die erste Gleichung vom Grade 2n, die zweite vom Grade 2n — 1, III_β vom Grade 2 (n + 1) ist.

Diese letztere Gleichung erlaubt wieder den Nachweis, dass die Summe der Strahlen resp. ihre Differenz den Bedingungen des Maximum vel Minimum genügen. Zu diesem Zwecke sind die Bedingungen des rel. Max. vel Minim. zu suchen für die Function:

$$\varphi(\xi\eta\zeta) = \sqrt{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2} \pm \sqrt{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2} = 0,$$

wenn die Punkte $\xi\eta\zeta$ der Gleichung $F(\xi\eta\zeta) = 0$ genügen.

Es ist zu bilden von dem Ausdruck $\varphi + \lambda F = 0$

1. . . . . $\frac{\partial\varphi}{\partial\xi} + \lambda\frac{\partial F}{\partial\xi} = 0 \quad \varphi'(\xi) + \lambda F'(\xi) = 0$

2. . . . . $\frac{\partial\varphi}{\partial\eta} + \lambda\frac{\partial F}{\partial\eta} = 0 \quad \varphi'(\eta) + \lambda F'(\eta) = 0$

3. . . . . $\frac{\partial\varphi}{\partial\zeta} + \eta\frac{\partial F}{\partial\zeta} = 0 \quad \varphi'(\zeta) + \lambda F'(\zeta) = 0$

Setzt man den Werth von λ aus 1 in 2 und 3, sowie den Werth von λ aus 2 in 3 ein, so erhält man:

$$F'(\xi)\,\varphi'(\eta) - F'(\eta)\,\varphi'(\xi) = 0$$
$$F'(\eta)\,\varphi'(\zeta) - F'(\zeta)\,\varphi'(\eta) = 0$$
$$F'(\zeta)\,\varphi'(\xi) - F'(\xi)\,\varphi'(\zeta) = 0$$

Nun ist aber:

$$\varphi'(\xi) = \frac{(\xi-a)}{\sqrt{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2}} \pm \frac{(\xi-\alpha)}{\sqrt{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}}$$

$$\varphi'(\eta) = \frac{(\eta-b)}{L} \pm \frac{(\eta-\beta)}{\Lambda}$$

$$\varphi'(\zeta) = \frac{(\zeta-c)}{L} \pm \frac{(\zeta-\gamma)}{\Lambda}$$

Setzt man diese Werthe in die obigen Gleichungen ein, so ergiebt sich:

4.
$$\left|\begin{array}{l}
\dfrac{F'(\xi)(\eta-b)-F'(\eta)(\xi-a)}{L}=\pm\dfrac{F'(\xi)(\eta-\beta)-F'(\eta)(\xi-\alpha)}{\Lambda} \\[2ex]
\dfrac{F'(\eta)(\zeta-c)-F'(\zeta)(\eta-b)}{L}=\pm\dfrac{F'(\eta)(\zeta-\gamma)-F'(\zeta)(\eta-\beta)}{\Lambda} \\[2ex]
\dfrac{F'(\zeta)(\xi-\alpha)-F'(\xi)(\zeta-c)}{L}=\pm\dfrac{F'(\zeta)(\xi-\alpha)-F'(\xi)(\zeta-\gamma)}{\Lambda}
\end{array}\right.$$

Quadrirt man diese Gleichungen und addirt, so erhält man nach erfolgter Reducirung:

$$\sqrt{\frac{[F'(\xi)(\eta-b)-F'(\eta)(\xi-a)]^2+[F'(\eta)(\zeta-c)-F'(\zeta)(\eta-b)]^2+[F'(\zeta)(\xi-a)-F'(\xi)(\zeta-c)]^2}{[F'(\xi)(\eta-\beta)-F'(\eta)(\xi-\alpha)]^2+[F'(\eta)(\zeta-\gamma)-F'(\zeta)(\eta-\beta)]^2+[F'(\zeta)(\xi-\alpha)-F'(\xi)(\zeta-\gamma)]^2}}=$$

$$=\pm\sqrt{\frac{(\xi-a)^2+(\eta-b)^2+(\zeta-c)^2}{(\xi-\alpha)^2+(\eta-\beta)^2+(\zeta-\gamma)^2}}$$

Diese Gleichung ist aber identisch mit IIIβ.

Nachdem dieser Nachweis geführt ist, können die Gleichungen IIIα durch die Bedingungen des Maximums und Minimums direct aus III abgeleitet werden. Aus den Gleichungen 4 folgt:

$$\frac{F'(\xi)(\eta-b)-F'(\eta)(\xi-a)}{F'(\xi)(\eta-\beta)-F'(\eta)(\xi-\alpha)}=\frac{L}{\Lambda}$$

Gleichung III ist aber:

$$\frac{F'(\xi)(\xi-a)+F'(\eta)(\eta-b)+F'(\zeta)(\zeta-c)}{F'(\xi)(\xi-\alpha)+F'(\eta)(\eta-\beta)+F'(\zeta)(\zeta-\gamma)}=\frac{L}{\Lambda}$$

Durch Gleichsetzung der linken Seiten folgt dann unmittelbar die Gleichung IIIα.

Schliesslich werden diese Gleichungen noch durch folgende allerdings sehr weitläufige Rechnungen erfordernde Betrachtungen erhalten:

Denkt man sich die Verbindungslinie von A und $\mathcal{A}$ gezogen, so muss Normale und Tangentialebene der reflectirenden Punkte diese Linie in 2 Punkten schneiden, die mit A und $\mathcal{A}$ harmonisch sind. Sind diese Schnittpunkte N resp. T, so muss sein:

$$(AN\mathcal{A}T)=-1, \text{ d. h. } \frac{AN}{\mathcal{A}N}:\frac{AF}{\mathcal{A}T}=-1.$$

Es müssen aber auch die Projectionen dieser Punkte auf die Coordinatenaxen zu einander harmonisch sein, es muss also, wenn die Coordinaten von N und T sind: $x_1 y_1 z_1$ resp. $x_2 y_2 z_2$

$$\frac{a-x_1}{\alpha-x_1} : \frac{a-x_2}{\alpha-x_2} = -1;\quad 2x_1x_2-(a+\alpha)(x_1+x_2)+2a\alpha=0$$

5. $$\frac{b-y_1}{\beta-y_1} : \frac{b-y_2}{\beta-y_2} = -1;\quad 2y_1y_2-(b+\beta)(y_1+y_2)+2b\beta=0$$

$$\frac{c-z_1}{\gamma-z_1} : \frac{c-z_2}{\gamma-z_2} = -1;\quad 2z_1z_2-(c+\gamma)(z_1+z_2)+2c\gamma=0$$

Es sind nun die Coordinaten der Schnittpunkte von Normale und Tangentialebene mit der Linie AA zu bestimmen.

$$2 \text{ Linien } \begin{matrix} y = Px + p & y = P_1x + p_1 \\ z = Qx + q & z = Q_1x + q_1 \end{matrix}$$

schneiden sich unter der Bedingung:

$$\frac{p_1-p}{P_1-P} = \frac{q_1-q}{Q_1-Q}$$

Die Gleichung der Linie AA ist:

$$y = \frac{b-\beta}{a-\alpha}x + \frac{a\beta-\alpha b}{a-\alpha};\quad z = \frac{c-\gamma}{a-\alpha}x + \frac{a\gamma-\alpha c}{a-\alpha}$$

die Gleichung der Normale:

$$y = x\frac{F'(\eta)}{F'(\xi)} + \frac{\eta F'(\xi)-\xi F'(\eta)}{F'(\xi)};\quad z = x\frac{F'(\zeta)}{F'(\xi)} + \frac{\zeta F'(\xi)-\xi F'(\zeta)}{F'(\xi)}$$

Die Bedingung, dass diese beiden Linien sich schneiden, ergiebt dann:

$$\frac{(a-\alpha)[\eta F'(\xi)-\xi F'(\eta)]-(a\beta-\alpha b)F'(\xi)}{F'(\eta)(a-\alpha)-F'(\xi)(b-\beta)} = \frac{(a-\alpha)[\zeta F'(\xi)-\xi F'(\zeta)]-(a\gamma-\alpha c)F'(\xi)}{(a-\alpha)F'(\zeta)-(c-\gamma)F'(\xi)}$$

oder ausgerechnet nach einigen Reductionen:

$$(a-\alpha)[\eta F'(\zeta)-\zeta F'(\eta)]+(b-\beta)[\zeta F'(\xi)-\xi F'(\zeta)]+(c-\gamma)[\xi F'(\eta)-\eta F'(\xi)]$$
$$+F'(\xi)(c\beta-b\gamma)+F'(\eta)(a\gamma-\alpha c)+F'(\zeta)(b\alpha-a\beta)=0$$

Dieses ist aber die frühere Gleichung II.

Die Coordinaten der Schnittpunkte für zwei Linien sind:

$$x_1 = -\frac{p_1-p}{P_1-P} = -\frac{q_1-q}{Q_1-Q}$$

$$y_1 = \frac{pP_1-p_1P}{P_1-P};\quad z_1 = \frac{q_1Q-q_1Q}{Q_1-Q}$$

Man erhält also für die Coordinaten der Schnittpunkte von Normale mit der Linie AA:

$$x_1 = \frac{(a\gamma-\alpha c)F'(\xi)-(a-\alpha)[\zeta F'(\xi)-\xi F'(\zeta)]}{(a-\alpha)F'(\zeta)-(c-\gamma)F'(\xi)}$$

und entsprechende Werthe für y_1 und z_1.

Die Coordinaten der Schnittpunkte der Linie $y = Px + p$; $z = Qx + q$ mit der Ebene $Rx + Sy + Tz - U = 0$ sind:

$$x_2 = -\frac{Sp + Tq - U}{R + SP + TQ}$$

$$y_2 = \frac{Rp + T(Qp - Pq) + UP}{R + SP + TQ}$$

$$z_2 = \frac{Rq + S(Pq - Qp) + UQ}{R + SP + TQ}$$

Die Gleichung der Tangentialebene ist aber:

$$(\xi - x) F'(\xi) + (\eta - y) F'(\eta) + (\zeta - c) F' \zeta = 0 \text{ oder:}$$

$$x F'(\xi) + y F'(\eta) + z F'(\zeta) - K = 0. \quad K = \xi F'(\xi) + \eta F'(\eta) + \zeta F'(\zeta)$$

Es ergeben sich daher für die Coordinaten der Schnittpunkte von Tangentialebene mit der Linie $A\mathit{A}$:

$$x_2 = \frac{(a - \alpha) K - F'(\eta)(a\beta - \alpha b) - F'(\zeta)(a\gamma - \alpha c)}{(a - \alpha) F'(\xi) + (b - \beta) F'(\eta) + (c - \gamma) F'(\zeta)}$$

und entsprechende Gleichungen für y_2 und z_2.

Bildet man nun mit diesen Werthen von x_1 x_2 etc. die Gleichungen 5, so erhält man nach sehr umständlichen Rechnungen ein System von 3 Gleichungen:

$$(a + \alpha) F'(\xi) \Delta^1 + (b + \beta) F'(\eta) \Delta^2 + (c + \gamma) F'(\zeta) \Delta^3 - 2 K \Delta^1$$
$$- K F'(\xi)(b + \beta) + K F'(\eta)(a + \alpha) - 2(a\alpha - b\beta) F'(\xi) F'(\eta)$$
$$+ (b\gamma + \beta c) F'(\xi) F'(\zeta) - (a\gamma + \alpha c) F'(\eta) F'(\zeta) + (a\beta + \alpha b) F'(\xi)^2$$
$$- (a\beta + \alpha b) F'(\eta)^2 = 0.$$

Die beiden anderen Gleichungen ergeben sich durch cyklische Vertauschung der betreffenden Buchstaben.

Die Grössen Δ sind dieselben wie die auf Seite 94.

Diese Gleichungen sind aber nichts anderes als das ausgerechnete System der Gleichungen IIIα.

Zur Lösung des Problems dienen also die Gleichungen I, II und eine der Gleichungen IIIα. Ist die gegebene Fläche I vom Grade n, so ist die Fläche II auch vom Grade n, die Fläche IIIα vom Grade $2n - 1$. Es sind also im Allgemeinen $n^2(n - 1)$ Strahlen vorhanden, die die Bedingung erfüllen, dass sie von einem gegebenen Punkte ausgehend nach der Reflexion an der Fläche durch einen gegebenen Augenpunkt gehen. Diese Strahlen sollen Alhazen'sche Strahlen, die Reflexionspunkte aber wieder Alhazen'sche Punkte genannt werden. Von diesen Strahlen ist nachgewiesen, dass für die wirklich reflectirenden Punkte ihre Summe den Bedingungen des Max. vel Minim. genügt, für die supplementären Punkte dagegen ihre Differenz.

Diese allgemeinen Formeln sollen nun zunächst angewendet werden auf die von Alhazen untersuchten Spiegel, die Cylinder- und Kegelspiegel mit kreisförmiger Basis, dann auf die centrischen Flächen zweiten Grades.

A.

Gerader Cylinderspiegel mit kreisförmiger Basis.

$$F(xyz) = x^2 + y^2 - r^2 = 0.$$

Für den Cylinder gehen die erhaltenen Gleichungen über in:

Ia. . . . . $x^2 + y^2 = r^2$

IIa. . . . . $\begin{vmatrix} a & b & c & 1 \\ \alpha & \beta & \gamma & 1 \\ x & y & z & 1 \\ x & y & 0 & 0 \end{vmatrix} = 0$

oder:

$$(b - \beta)\,xz - (a - \alpha)\,yz - (b\gamma - \beta c)\,x + (a\gamma - \alpha c)\,y = 0$$

IIIa. . . . . $\dfrac{ay - bx}{ax + by - r^2} + \dfrac{\alpha y - \beta x}{\alpha x + \beta y - r^2} = 0$

oder:

$$(a\beta + \alpha b)x^2 - (a\beta + \alpha b)y^2 - 2(a\alpha - b\beta)xy - r^2(b + \beta)x + r^2(a + \alpha)y = 0.$$

Es ergeben sich also die gesuchten Alhazen'schen Punkte als die Schnittpunkte der drei Flächen Ia, IIa, IIIa, die sämmtlich zweiten Grades sind.

Die Fläche IIa hat keinen Mittelpunkt, da die Gleichung Δ*) sich auf eine quadratische reducirt, sie ist in diesem Falle ein hyperbolisches Paraboloid.

Die Fläche IIIa wird sofort als Cylinder erkannt, der auf der xy Ebene senkrecht steht. Vergleicht man die Gleichung seiner Leitcurve mit der Gleichung der Hyperbel, die beim Kreise das Problem löste, so sehen wir, dass diese Hyperbeln dieselben sind. Der gegebene Cylinder und dieser hyperbolische Cylinder schneiden sich in vier Geraden. Die Gleichungen derselben sind, wenn man die Ordinaten der Schnittpunkte des Grundkreises mit der Hyperbel durch $p_1q_1 \ldots\ldots p_4q_4$ bezeichnet:

$$x = p_1,\ y = q_1 \ldots\ldots x = p_4,\ y = q_4$$

Verbindet man die Gleichung dieser Geraden mit der Fläche IIa, so sieht man, dass diese Geraden diese Fläche nur in einem Punkte schneiden und zwar sind die z Ordinaten:

---

*) Die Bestimmung der Flächen zweiten Grades wird vorgenommen nach den Criterien der 19. Vorlesung von Hesse: Anal. Geom. des Raumes. Ist die allgemeine Gleichung der Fläche zweiten Grades

$$a_{00}x^2 + a_{11}y^2 + a_{22}z^2 + 2a_{01}xy + 2a_{02}xz + 2a_{12}yz + 2a_{03}x + 2a_{13}y + 2a_{23}z + 2a_{33} = 0$$

so sollen unter D und Δ folgende Determinanten verstanden werden:

$$D = \begin{vmatrix} a_{00} & a_{01} & a_{02} \\ a_{10} & a_{11} & a_{12} \\ a_{20} & a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = 0 \qquad \Delta = \begin{vmatrix} a_{00}-\lambda & a_{01} & a_{02} \\ a_{10} & a_{11}-\lambda & a_{12} \\ a_{20} & a_{21} & a_{22}-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$z_1 = \frac{p_1(b\gamma - \beta c) - q_1(a\gamma - \alpha c)}{p_1(b - \beta) - q_1(a - \alpha)} \text{ etc.}$$

Man erhält also bei einem spiegelnden Cylinder im Allgemeinen vier Alhazen'sche Punkte.

Liegen die gegebenen Punkte ausserhalb des Cylinders, dient derselbe also als Convexspiegel, so sind wie bei dem sphärischen Convexspiegel (s. S. 89) zwei der Alhazen'schen Punkte supplementär. Liegen die Punkte innerhalb des Cylinders, so treten bei diesem cylindrischen Concavspiegel dieselben Fälle ein, wie die beim sphärischen Concavspiegel diskutirten (s. S. 89).

Es bleibt noch nachzuweisen, dass das auf analytischem Wege gefundene Resultat mit der früher von Alhazen gegebenen Construction übereinstimmt.

Alhazen fand die Reflexionspunkte, indem er durch einen der gegebenen Punkte, z. B. A, eine Ebene parallel zur Cylinderbasis legte und dann den anderen Punkt A auf diese Ebene projicirte. In Bezug auf diese beiden Punkte A_1 und A wurden auf dem ausgeschnittenen Kreise die Reflexionspunkte gesucht. Ist einer derselben P_1 $(p_1 q_1)$, so wurde $A_1 P_1$ verlängert, durch A eine Parallele zur Normalen in P_1 gezogen und der erhaltene Punkt A_1 mit A verbunden. Der Schnittpunkt von AA_1 mit der Cylinderfläche war ein Reflexionspunkt. Nennt man die zOrdinate dieses Punktes r, so ist:

$$\frac{r}{c} = \frac{A_1 P_1}{A_1 A_1} = \frac{\alpha_1 - p_1}{\alpha_1 - a} \text{ oder } r = c\,\frac{(\alpha_1 - p_1)}{\alpha_1 - a}$$

Der Punkt A ist aber der Schnittpunkt der Geraden $A_1 P_1$

$$y = \frac{q_1 - b}{p_1 - a}\,x + \frac{p_1 b - q_1 a}{p_1 - a}$$

und der Geraden AA_1:

$$y = \frac{q_1}{p_1}\,x + \frac{p_1\beta - q_1\alpha}{p_1}$$

Für die Abscisse des Schnittpunktes ergiebt sich:

$$a_1 = \frac{a(q_1\alpha - p_1\beta) - p_1^2(b - \beta) + p_1 q_1(a - \alpha)}{aq_1 - bp_1}$$

Setzt man diesen Werth von α in die Gleichung für r, so erhält man nach einigen Reductionen:

$$r = \frac{c(p_1\beta - q_1\alpha)}{q_1(a - \alpha) - p_1(b - \beta)}$$

Vorher war als z Ordinate gefunden:

$$z_1 = \frac{p_1 (b\gamma - \beta c) - q_1 (a\gamma - \alpha c)}{p_1 (b - \beta) - q (a - \alpha)}$$

Da *A* in der xy Ebene liegt, ist hierin noch $\gamma = 0$ zu setzen und man erhält dadurch:

$$z_1 = \frac{c (p_1\beta - q_1\alpha)}{q_1 (a - \alpha) - p_1 (b - \beta)} = r$$

Es ist also hiermit auch der analytische Beweis für die Richtigkeit der Construction des Alhazen gegeben.

B.

Gerader Kegel mit kreisförmiger Basis.

$$F (xyz) = x^2 + y^2 - m^2z^2 = 0.$$

Für den Kegel gehen die allgemeinen Gleichungen über in:

Ib. . . . . $x^2 + y^2 - m^2 z^2 = 0$

IIb. $(1 + m^2) (b - \beta) xz - (1 + m^2) (a - \alpha) yz - (b\gamma - \beta c) x$
$+ (a\gamma - \alpha c) y + m^2 (a\beta + \alpha b) z = 0$

IIIb. . . $\dfrac{ay - bx}{ax + by - m^2cz} + \dfrac{ay - \beta x}{\alpha x + \beta y - m^2\gamma z} = 0$

oder:

$$(a\beta + \alpha b) x^2 - (a\beta + \alpha b) y^2 - 2 (a\alpha - b\beta) xy - m^2 (b\gamma + \beta c) xz + m^2 (a\gamma + \alpha c) yz = 0.$$

Die gesuchten Alhazen'schen Punkte ergeben sich also wieder als die Schnittpunkte dreier Flächen zweiten Grades. Für die Fläche II_b reducirt sich die cubische Gleichung $\Delta = 0$ wieder auf eine rein quadratische, es ist also dieselbe ein durch den Coordinatenanfang gehendes hyperbolisches Paraboloid.

Da D von Null verschieden ist, hat die Fläche III_b einen Mittelpunkt. Die Coordinaten desselben sind:

$$u = \frac{\begin{matrix} a_{03} & a_{01} & a_{02} \\ a_{13} & a_{11} & a_{12} \\ a_{23} & a_{21} & a_{22} \end{matrix}}{D} \text{ etc.}$$

Da a_{03}, a_{13}, $a_{23} = 0$ sind, verschwinden diese Coordinaten, d. h. der Coordinatenanfang ist der Mittelpunkt. Da ferner die Gleichung durch $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$ erfüllt wird, so muss der Mittelpunkt auf der Fläche selber liegen, d. h. sie ist ein Kegel, dessen Spitze der Coordinatenanfang ist.

Um die Leitcurve kennen zu lernen, lege man in der Entfernung h eine zur xy Ebene parallele Ebene. Man erhält dann als Gleichung der gesuchten Curve, da $m = \frac{r}{h}$ ist, wenn man mit r den Radius des Kreises bezeichnet, den die Ebene $z = h$ aus dem Kegel ausschneidet:

$$(a\beta + \alpha b)\,x^2 - (a\beta + \alpha b)\,y^2 - 2\,(a\alpha - b\beta)\,xy - (b\gamma + \beta c)\,\frac{r^2}{h}\,x + (a\gamma + \alpha c)\,\frac{r^2}{h}\,y = 0.$$

Diese Gleichung ist aber die einer Hyperbel. Es ist also die Fläche IIIb ein hyperbolischer Kegel, dessen Scheitelpunkt mit dem des gegebenen im Coordinatenanfang zusammenfällt. Diese beiden Kegel schneiden sich in vier Geraden, deren Gleichungen sind:

$$z = \frac{h}{p_1}\,x_1;\quad y = \frac{q_1}{p_1}\,x \text{ etc.}$$

wenn mit $p_1\,q_1\,h$ die Coordinaten der Schnittpunkte der Hyperbel und des Kreises, die in der Ebene $z = h$ liegen, bezeichnet werden.

Da die Fläche IIb auch durch den Coordinatenanfang geht, haben diese vier Geraden nur noch vier Schnittpunkte mit dieser Fläche gemein, deren zOrdinaten sich ergeben:

$$z_1 = \frac{q_1\,(c\alpha - a\gamma) + p_1\,(b\gamma - \beta c) + hm^2\,(b\alpha - \beta a)}{(1 + m^2)\,[p_1\,(b - \beta) - q_1\,(a - \alpha)]}$$

Es sind also bei einem spiegelnden Kegel mit kreisförmiger Basis vier Alhazen'sche Punkte vorhanden, für die dieselben Betrachtungen gelten, wie bei dem cylindrischen Spiegel.

Dass diese Lösung wieder mit der von Alhazen gegebenen Construction übereinstimmt, lässt sich folgendermassen zeigen.

Alhazen construirte die Reflexionspunkte, indem er durch einen der gegebenen Punkte, z. B. $\mathcal{A}$, eine Ebene parallel zur Kegelbasis legte. Der andere Punkt A wurde mit der Spitze des Kegels O verbunden. Diese Linie schneide die Ebene in A_1. Dann wurden in Bezug auf A_1 und $\mathcal{A}$ auf dem durch die Ebene ausgeschnittenen Kreise die Reflexionspunkte bestimmt. Sind dieselben P_1 $(p_1\,q_1\,h)$ etc., so wurde durch den Reflexionspunkt und die Axe des Kegels eine Ebene gelegt, die die Verbindungslinie der gegebenen Punkte in X_0 schneidet. Fällt man nun von X_0 auf OP_1 ein Loth, so war der Fusspunkt dieses Lothes ein reflectirender Punkt.

Es ist also zu beweisen, dass die die Lösung gebende Hyperbel in Bezug auf die Punkte A_1 und $\mathcal{A}$ und den ausgeschnittenen Kreis dieselbe ist wie die Leitcurve, die man erhält, wenn man durch den hyperbolischen Cylinder IIIb in der Entfernung γ zur xy Ebene eine parallele Ebene legt. Ferner ist zu beweisen, dass der Fusspunkt des Lothes auf P_1O, der nach Alhazen der reflectirende Punkt ist, dieselbe zOrdinate hat wie z_1.

Die Coordinaten des Punktes A_1 sind $\frac{a\gamma}{c}$ und $\frac{b\gamma}{c}$, die des Punktes $\mathcal{A}$ $\alpha\beta$; bildet man für diese Punkte die Gleichung der Hyperbel für den Kreis mit dem Radius r, so erhält man:

$$(a\beta + \alpha b)\, x^2 - (a\beta + \alpha b)\, y^2 - 2\,(a\alpha - b\beta)\, xy - (l\gamma + \beta c)\,\frac{r^2}{\gamma}\, x + (a\gamma + \alpha c)\,\frac{r^2}{\gamma}\, y = 0.$$

Diese Gleichung ist aber dieselbe, wie die der Leitcurve, wenn man darin für h γ setzt.

Die Gleichung der Ebene P_1OO_1 ist: $xq_1 - p_1y = 0$, die Gleichung der Linie $A\mathcal{A}$:

$$y = \frac{b - \beta}{a - \alpha}\, x + \frac{a\beta - \alpha b}{a - \alpha}; \quad z = \frac{c - \gamma}{a - \alpha}\, x + \frac{a\gamma - \alpha c}{a - \alpha}$$

Die Coordinaten des Schnittpunktes X_0 sind also:

$$x_0 = \frac{p_1\,(a\beta - \alpha b)}{q_1\,(a - \alpha) - p\,(b - \beta)} \qquad y_0 = \frac{q_1\,(a\beta - \alpha b)}{q_1\,(a - \alpha) - p_1\,(b - \beta)}$$

$$z_0 = \frac{q_1\,(a\gamma - \alpha c) - p_1\,(b\gamma - c\beta)}{q_1\,(a - \alpha) - p_1\,(b - \beta)}$$

Fällt man aber von einem Punkte $x_0\, y_0\, z_0$ auf die Gerade $y = Bx + b$; $z = Cx + c$ ein Loth, so ist die z Ordinate des Fusspunktes:

$$z = z_0 - \frac{H}{1 + B^2 + C^2}; \quad H = B\,[C(b - y_0) - B(c - z_0)] - (Cx_0 + c - z_0)$$

Die Gleichung der Geraden P_1O ist aber:

$$y = \frac{q_1}{p_1}\, x; \quad z = \frac{\gamma}{p_1}\, x$$

Es wird dann:

$$H = (p_1^2 + q_1^2)\,\frac{[q_1\,(a\gamma - \alpha c) - p_1\,(b\gamma - \beta c) - \gamma\,(a\beta - \alpha b)]}{p_1^2\,[q_1\,(a - \alpha) - p_1\,(b - \beta)]}$$

Dann ergiebt sich für z:

$$z = \frac{\gamma^2 q_1\,(c\alpha - a\gamma) + \gamma^2 p_1\,(b\gamma - c\beta) + (p_1^2 + q_1^2)\,\gamma\,(b\alpha - a\beta)}{(p_1^2 + q_1^2 + \gamma^2)\,[p_1\,(b - \beta) - q_1\,(a - \alpha)]}$$

Nun ist aber $m = \sqrt{\frac{p_1^2 + q_1^2}{\gamma}}$, also $p_1^2 + q_1^2 = m^2\gamma^2$. Setzt man diesen Werth ein, so erhält man:

$$z = \frac{q_1\,(c\alpha - \alpha\gamma) + p_1\,(b\gamma - \beta c) + \gamma m^2\,(b\alpha - \beta a)}{(1 + m^2)\,[p_1\,(b - \beta) - q\,(a - \alpha)]}$$

Dieser Werth ist aber derselbe wie der von z_1 auf Seite 103, wenn man dort für h γ setzt.

C.

Centrische Flächen zweiten Grades.

$$F(xyz) = a_{00}x^2 + a_{11}y^2 + a_{22}z^2 = a_{33}.$$

Wendet man die allgemeinen Formeln auf diese Fläche an, so gehen dieselben über in:

Ic. . . . . $a_{00}x^2 + a_{11}y^2 + a_{22}z^2 = a_{33}$

IIc. $$(a_{00} - a_{11})(c - \gamma)xy + (a_{11} - a_{22})(a - \alpha)yz + (a_{22} - a_{00})(b - \beta)zx$$
$$+ a_{00}(b\gamma - \beta c)x + a_{11}(c\alpha + \gamma a)y + a_{22}(a\beta - \alpha b) = 0$$

$$\left|\begin{aligned}
&\frac{(a_{00} - a_{11})xy - a_{00}bx + a_{11}ay}{a_{00}ax + a_{11}by + a_{22}cz - a_{33}} + \frac{(a_{00} + a_{11})xy + a_{00}\beta x + a_{11}\alpha y}{a_{00}\alpha x + a_{11}\beta y + a\ \gamma z - a_{33}} = 0\\
&\frac{(a_{11} - a_{22})yz - a_{11}cy + a_{22}bz}{a_{00}ax + a_{11}by + a_{22}cz - a_{33}} + \frac{(a_{11} - a_{22})yz - a_{11}\gamma y + a_{22}\beta z}{a_{00}\alpha x + a_{11}\beta y + a_{22}\gamma z - a_{33}} = 0\\
&\frac{(a_{22} - a_{00})zx - a_{22}az + a_{00}cx}{a_{00}ax + a_{11}by + a_{22}cz - a_{33}} + \frac{(a_{22} - a_{00})zx - a_{22}\alpha z + a_{00}\gamma x}{a_{00}\alpha x + a_{11}\beta y + a_{22}\gamma z - a_{33}} = 0
\end{aligned}\right.$$

oder ausgerechnet[1]):

IIIc. $$\left|\begin{aligned}
&(a_{00}-a_{11})a_{00}(a+\alpha)x^2y + (a_{00}-a_{11})a_{11}(b+\beta)xy^2 + (a_{00}-a_{11})a_{22}(c+\gamma)xyz\\
&-a_{00}^2(a\beta+\alpha b)x^2 + a_{11}^2(a\beta+\alpha b)y^2 + 2[(a_{11}-a_{00})a_{33} + a_{00}a_{11}(a\alpha-b\beta)]xy \quad = 0\\
&-a_{00}a_{22}(b\gamma+\beta c)xz + a_{11}a_{22}(a\gamma+\alpha c)yz + a_{00}a_{33}(b+\beta)x - a_{11}a_{33}(a+\alpha)y\\[1ex]
&(a_{11}-a_{22})a_{11}(b+\beta)y^2z + (a_{11}-a_{22})a_{22}(c+\gamma)yz^2 + (a_{11}-a_{22})a_{00}(a+\alpha)xyz\\
&-a_{11}^2(l\gamma+\beta c)y^2 + a_{22}^2(b\gamma+\beta c)z^2 + 2[(a_{22}-a_{11})a_{33} + a_{11}a_{22}(b\beta-c\gamma)]yz \quad = 0\\
&-a_{11}a_{00}(c\alpha+a\gamma)yx + a_{22}a_{00}(b\alpha+\beta a)zx + a_{11}a_{33}(c+\gamma)y - a_{22}a_{33}(b+\beta)z\\[1ex]
&(a_{22}-a_{00})a_{22}(c+\gamma)z^2x + (a_{22}-a_{00})a_{00}(a+\alpha)zx^2 + (a_{22}-a_{00})a_{11}(b+\beta)xyz\\
&-a_{22}^2(c\alpha+a\gamma)z^2 + a_{00}^2(c\alpha+a\gamma)x^2 + 2[(a_{00}-a_{22})a_{33} + a_{22}a_{00}(c\gamma-a\alpha)]zx \quad = 0\\
&-a_{22}a_{11}(a\beta+b\alpha)zy + a_{00}a_{11}(c\beta+\gamma b)xy + a_{22}a_{33}(a+\alpha)z - a_{00}a_{33}(c+\gamma)x
\end{aligned}\right.$$

Die Alhazen'schen Punkte werden bei den centrischen Flächen zweiten Grades also gefunden als die Schnittpunkte zweier Flächen zweiten Grades und einer Fläche dritten Grades. Es sind daher im Allgemeinen 2·2·3=12 solcher Punkte vorhanden.

Die Fläche IIc ist eine Mittelpunktsfläche und zwar ein durch den Coordinatenanfang gehendes Hyperboloid.

---

[1]) In der früher erwähnten Arbeit von Eberhard finden sich zur Lösung des Problems für Flächen zweiten Grades die ausgerechneten Gleichungen. Sie sind abgeleitet durch Betrachtung harmonischer Verhältnisse, jedoch auf andere Art wie auf S. 97 — 99. Diese Gleichungen werden dann angewendet auf die Mittelpunktsflächen und auf Cylinder, Rotationsparaboloid, Kegel, Rotationsellipsoid, Rotationsparaboloid und Kugel.

Um die Fläche IIIc zu discutiren, betrachtet man dieselbe in der ersten Form. Der Zähler der Brüche stellt einen hyperbolischen Cylinder dar, der Nenner ist die Polarebene der Fläche zweiten Grades in Bezug auf den Punkt A resp. $\mathfrak{A}$. Es kann also die Gleichung der Fläche geschrieben werden in der Form:

$$\Pi C + P\Gamma = 0.$$

Die Gleichung der Fläche wird erfüllt durch:

1) $\Pi = 0$, $P = 0$; d. h. die Fläche geht durch die Schnittpunkte der beiden Polarebenen der gegebenen Punkte A und $\mathfrak{A}$.

2) $\Pi = 0$, $\Gamma = 0$; d. h. die Fläche geht durch die Schnittcurve der Polarebene des Punktes $\mathfrak{A}$ und des hyperbolischen Cylinders $\Gamma = 0$.

3) $P = 0$, $C = 0$; d. h. die Fläche geht durch die Schnittcurve der Polarebene des Punktes A und des hyperbolischen Cylinders $C = 0$.

4) $C = 0$, $\Gamma = 0$; d. h. die Fläche geht durch die Schnittlinien der beiden auf derselben Ebene stehenden graden hyperbolischen Cylinder.

Betrachtet man die Leitcurve dieser Cylinder,

$$C = (a_{00} - a_{11})\ xy - a_{00}bx + a_{11}ay = 0$$

$$\Gamma = (a_{00} - a_{11})\ xy - a_{00}\beta x + a_{11}\alpha y = 0$$

so sieht man, dass diese Hyperbeln dieselben sind, wie die bei den ebenen centrischen Curven 2. Grades gefundenen, durch deren Schnittpunkte die die Lösung gebende Curve dritten Grades gehen musste. Es gilt also für die Schnittlinien dieser beiden hyperbolischen Cylinder dasselbe, was über die Schnittpunkte dieser beiden Hyperbeln gesagt wurde (s. S. 91).

Von dieser Fläche 3. Grades sind also bekannt zwei resp. drei gerade Linien und zwei ebene Curven zweiten Grades, durch die die Fläche gehen muss.

Aus der Form der Gleichungen der Flächen IIIc ist ohne weiteres ersichtlich, dass für den Fall $a_{00} = a_{11}$, $a_{11} = a_{22}$, $a_{22} = a_{00}$ d. h. für den Fall, dass die centrische Fläche eine Rotationsfläche ist, die Fläche 3. Grades zu einer Fläche 2. Grades wird, denn es wird in dem Zähler der Brüche der Coefficient des quadratischen Gliedes gleich Null. Man kann auch die Natur dieser Flächen leicht angeben. Für eine Rotationsfläche giebt die Determinante Δ wieder eine rein quadratische Gleichung, es ist also die Fläche II ein hyperbolisches Paraboloid. Die Fläche III muss eine geradlinige Fläche sein, da sie durch die Schnittlinie der Polarebenen der gegebenen Punkte gehen muss und zwar ist sie eine Mittelpunktsfläche, da D von Null verschieden ist. Man erhält also den Satz:

Für die centrischen Rotationsflächen zweiten Grades werden die Alhazen'schen Punkte gefunden als die Schnittpunkte der betreffenden Fläche mit einem hyperbolischen Paraboloide und einer centrischen geradlinigen Fläche 2. Grades.

Als Beispiel sollen die Formeln noch auf das Rotationsellipsoid

$$F(x\,y\,z) - a_{00}\,x^2 + a_{00}\,y^2 + a_{22}\,z^2 = a_{33}$$

angewendet werden. Man erhält dann die Gleichungen III in der Form:

$$\frac{a\,y - b\,x}{a_{00}\,a\,x + a_{00}\,b\,y + a_{22}\,c\,z - a_{33}} + \frac{\alpha y - \beta x}{a_{00}\,\alpha x + a_{00}\,\beta y + a_{22}\,\gamma z - a_{33}} = 0$$

oder ausgerechnet:

$$a_{00}\,(a\beta + \alpha b)\,x^2 - a_{00}\,(a\beta + \alpha b)\,y^2 - 2\,a_{00}\,(a\alpha - b\beta)\,x\,y +$$
$$a_{22}\,(b\gamma + \beta c)\,xz - a_{22}\,(a\gamma + \alpha c)\,y\,z - a_{33}\,(b + \beta)\,x + a_{33}\,(a + \alpha)\,y = 0.$$

Bei dieser Fläche verschwinden die Coordinaten des Mittelpunktes nicht, es muss also dieselbe ein einfaches Hyperboloid sein. Dieses Hyperboloid muss durch folgende Gerade gehen.

1) Durch die Schnittlinie der beiden Polarebenen der Punkte A und $\mathfrak{A}$ in Bezug auf das Rotationsellipsoid:

$$a_{00}ax + a_{00}by + a_{22}cz - a_{33} = 0$$
$$a_{00}\alpha y + a_{00}\beta y + a_{22}\gamma z - a_{33} = 0$$

2) Durch die Schnittlinie der beiden Ebenen $a\,y - b\,x = o$ und $\alpha y - \beta x = 0$, d. h. durch die z Axe.

3) Durch die Schnittlinie der beiden Ebenen: $\alpha y - \beta x = 0$ und $a_{00}\,a\,x + a_{00}\,b\,y + a_{22}\,c\,z - a_{33} = 0$, d. h. durch die Polarebene des Punktes A und die Ebene, die durch die z Axe und durch die Verbindungslinie des Punktes $\mathfrak{A}$ mit dem Mittelpunkt des Ellipsoides gelegt ist.

4) Durch die Schnittlinien der beiden Ebenen: $a\,y - b\,x = 0$ und $a_{00}\,\alpha x + a_{11}\,\beta y + a_{22}\,\gamma z - a_{33} = 0$ d. h. durch die Schnittlinie der Polarebene des Punktes $\mathfrak{A}$ und der Ebene, die durch die z Axe und durch die Verbindungslinie des Punktes A und des Mittelpunktes des Ellipsoides geht.

Von diesem einfachen Hyperboloide sind also vier gerade Linien bekannt.

Es gilt also für das Rotations-Ellipsoid und in gleicher Weise für das Rotations-Hyperboloid der Satz: dass die Alhazen'schen Punkte bestimmt werden als die Schnittpunkte des Rotations-Ellipsoides resp. Hyperboloides, eines hyperbolischen Paraboloides und eines einfachen Hyperboloides.

Ueber den Anamesit von Rüdigheim bei Hanau

und dessen bauxitische Zersetzungsproducte.

Ein Beitrag zur Kenntniss der jüngeren basischen Massengesteine.

Von

Dr. Theodor Petersen.

In seiner Arbeit über die Basaltgesteine des unteren Mainthales gedenkt F. Hornstein*) auch des porösen, feinkörnigen, grauen bis röthlichgrauen Anamesites von Rüdigheim bei Hanau. Das dort in mehreren Steinbrüchen östlich von Rüdigheim gut aufgeschlossene, massig abgesonderte, stellenweise auch in Säulenbildung vorkommende, in mindestens zwei übereinanderliegenden Strömen angeordnete Gestein ist frisch grau, zuweilen röthlich, feinkörnig, ferner sowohl ziemlich dicht als auch mehr oder weniger porös und in oberen Lagen zuweilen blasig, mit Einschlüssen von Hyalith, Halbopal und Zeolithen, überhaupt schon vielfach zersetzt.

Neben dem Hauptbestandtheil Plagioklas treten Körnchen von grünlichem Augit und Olivin, sowie Titanmagneteisen weniger hervor. Kohlensauren Kalk enthält das Gestein auch in Drusenräumen nur wenig, überall aber etwas phosphorsauren Kalk resp. Apatit, auf welchen offenbar auch die vorhandenen Spuren von Chlor und Fluor zu beziehen sind.

Eine mit Herrn A. v. Reinach ausgeführte Excursion lieferte das Material für eine eingehende chemische Untersuchung dieses Anamesites, wozu Stücke des möglichst frischen Gesteines mit nur ganz vereinzelten kleinen Poren und Drusenräumchen verwendet wurden.

*) Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellsch. 1867. XIX. 328.

Das specifische Gewicht desselben wurde an luftfreien Körnchen mit dem Pyknometer im Mittel mehrerer Versuche zu 2.8722 bei 15° C. bestimmt.

Das feine hellgraue Pulver des Gesteines zeigte mit Salzsäure kein bemerkbares Brausen, färbte sich aber damit schon in der Kälte alsbald gelb.

Die von mir erhaltenen Resultate der Untersuchung des Gesteines von Rüdigheim stehen denjenigen nahe, welche O. Prölls*) und namentlich F. Hornstein**) bei übrigens weniger eingehenden Untersuchung mit anderen Anamesiten der Frankfurt-Hanauer Gegend erzielten, deren Typus auch demjenigen entspricht, welchen A. Streng***) von den Anamesiten der Gegend von Giessen gegeben hat.

Aus den unten folgenden Einzelbestimmungen ergiebt sich die nachstehende mittlere procentische Zusammensetzung des frischen Anamesites, welcher in feinst geriebenem, bei 100° C. getrocknetem Pulver zur Analyse verwendet wurde.

Kieselsäure	52.732
Titansäure	2.338
Thonerde	14.354
Chromoxyd	Spur.
Eisenoxyd	4.374
Eisenoxydul	7.597
Manganoxydul	Spur.
Kupferoxyd	Spur.
Baryt	Spur.
Kalk	7.257
Magnesia	5.134
Natron	3.571
Kali	0.819
Phosphorsäure	0.457
Chlor	Spur.
Fluor	Spur.
Kohlensäure	0.220
Wasser	1 325
	100.178

---

*) N. Jahrb. f. Mineral. 1865. 280.

**) Zeitschr. d. deut. geolog. Gesellsch. c. l.

***) 28. Ber. d. oberhess Ges. für Natur- u. Heilk. 1891.

Analytische Belege.

1. Angewandt 1.8044 g. Mit Natriumcarbonat aufgeschlossen.
   Kieselsäure 0.9515 g.
   Aluminiumoyxd 0.2585 g.
   Eisenoxyd 0.2307 g.
   Calciumoxyd 0 1300 g., resp. Calciumsulfat 0.3157 g.
   Magnesiumoxyd 0.0924 g., resp. Magnesiumpyrophosphat 0.2565 g.

2. Angewandt 1.8468 g. Mit Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen.
   Aluminiumoxyd 0.2656 g.
   Eisenoxyd 0.2372 g.
   Calciumoxyd 0.1350 g.
   Magnesiumoxyd 0.0951 g., resp. Magnesiumpyrophosphat 0.2638 g.
   Natriumoxyd 0.065956 g., resp. Natriumchlorid 0.124265 g.
   Kaliumoxyd 0.015251 g., resp. Kaliumplatinchlorid 0.0780 g.
   Natriumchlorid und Kaliumchlorid betrugen zusammen 0.1482 g.
   (O 16.00, Cl 35.45, Pt 195.00, K 39.10)

3. Angewandt 5.0000 g. Mit Kaliumdisulfat geschmolzen.
   Titansäure 0.1169 g.

4. Angewandt 1.6130 g. Mit Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen.
   Titansäure 0.0355 g.

5. Angewandt 1.4545 g. Mit Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen.
   Eisenoxydul 0.1125 g.

6. Angewandt 1.3795 g. Mit Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen.
   Eisenoxydul 0.1029 g.

7. Angewandt 5.0520 g. Mit Salpetersäure behandelt.
   Phosphorsäure 0.0231 g., resp. Magnesiumpyrophosphat 0.0361 g.

8. Angewandt 3.3956 g. Im trocknen Luftstrom geglüht.
   Wasser 0.0450 g.
   Kohlensäure 0.0074 g.

9. Angewandt 5.2720 g. Im trocknen Luftstrom geglüht.
   Kohlensäure 0.0117 g.

10. In einer mit Soda geschmolzenen grösseren Probe wurden Spuren von Kupfer, Mangan und Chrom gefunden.

11. In einer mit Salpetersäure behandelten grösseren Probe wurde eine Spur Chlor nachgewiesen.

12. In einer mit conc. Schwefelsäure behandelten grösseren Probe gab sich eine Spur Fluor zu erkennen.

Analytische Bemerkungen.

Die Abscheidung und Bestimmung der Titansäure in dieselbe enthaltenden Mineralien und Gesteinen erfordert Zeit und Geschicklichkeit. Diese Säure kann in einer mit Flusssäure aufgeschlossenen Probe ermittelt werden. Recht gute Resultate werden ferner erhalten, wenn man mehrere Gramm des feinen Substanzpulvers in beiläufig die zehnfache Menge schmelzenden Kaliumdisulfates einträgt, ruhig fliessen lässt, die erkaltete Schmelze pulverisirt, mit kaltem Wasser gehörig extrahirt und die erhaltene Lösung auf 1—2 Liter verdünnt. Nach mehrstündigem Kochen unter fortwährendem Zugeben von wässriger schwefliger Säure ist die Titansäure vollständig und schon ziemlich frei von Eisenoxyd und Thonerde ausgefallen; nach noch ein- oder zweimaliger ähnlicher Behandlung ist sie von gehöriger Reinheit. Bei der Bestimmung von Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd muss deren etwaiger Gehalt an Titansäure natürlicherweise gehörig berücksichtigt werden.

Die Bestimmung von Eisenoxydul neben Eisenoxyd in Silicaten pflege ich nach einer früher anlässlich einiger Bemerkungen über Gesteinsanalysen von mir angegebenen Methode*) nach dem Aufschliessen des feinen Substanzpulvers mit Flusssäure und conc. Schwefelsäure im Glaskolben von möglichst eisenfreiem Glase in einer Kohlensäure-Atmosphäre und Verdünnung mit Wasser durch Titration mit Kaliumpermanganat auszuführen.

Die fast nie ganz reine käufliche Fluorwasserstoffsäure wird vor dem Gebrauch auf ihre Reinheit geprüft und am besten stets aus einer kleinen Platinretorte umdestillirt.

Behufs Ermittelung der Alkalien im flusssauren Aufschluss trenne ich dieselben von der Magnesia am liebsten mit Hülfe reinen Aetzbaryts.

Um die Phosphorsäure in einem Gesteinspulver zu ermitteln, wird mit Salpetersäure behandelt, im Wasserbade zur Trockne gebracht bis zur völligen Abscheidung der Kieselsäure, mit verdünnter Salpetersäure wieder aufgenommen, aus der erhaltenen Lösung die Phosphorsäure zunächst durch Molybdänsäure und schliesslich mit Magnesiasolution abgeschieden.

Wasser und Kohlensäure sind wie bei einer Elementaranalyse durch Glühen im reinen Luftstrom und Auffangen im Chlorcalcium- und Kaliapparat direkt zu bestimmen.

Regelmässige Begleiter der Phosphorsäure, wenn auch oftmals nur in geringen Spuren, sind Chlor und Fluor. Ersteres wird in salpetersaurer Auflösung durch Silbernitrat leicht ermittelt. Um Spuren von Fluor zu finden, schliesst man eine grössere Menge Gesteinspulver in der Platinretorte mit conc. Schwefelsäure auf und leitet die Dämpfe in Wasser, welches geringe Mengen eines Kalksalzes aufgelöst enthält. Bei Anwesenheit von Fluor tritt eine mehr oder weniger starke weisse Trübung von Fluorcalcium ein.

---

*) N. Jahrb. f. Mineral. 1869, 32, und 1872, 596, sowie Journ. f. prakt. Chem. 1872, 222.

Zur Ermittlung geringer Mengen von Metallen der Schwefelwasserstoffgruppe kann eine grössere Portion des Gesteinspulvers durch Schmelzen mit kohlensaurem Alkali oder auch mit rauchender Salpetersäure aufgeschlossen und nach Abscheidung der Kieselsäure entsprechend untersucht werden. Eine so präparirte salpetersaure Auflösung kann auch zur Bestimmung des Schwefels resp. der Schwefelsäure dienen.

Mangan, Kobalt und Nickel lassen sich im Filtrat des Niederschlages von Eisenoxyd und Thonerde ermitteln; aus diesem Niederschlage selbst lässt sich etwa vorhandenes Chromoxyd als Bleichromat abscheiden, worüber ich mich bei früherer Gelegenheit ebenfalls ausgesprochen habe.*)

Bauxitbildung.

Der Bauxit, ein mehr oder weniger Eisenoxyd nebst wechselnden Antheilen von Kieselsäure enthaltendes Thonerdehydrat, ist gewiss verbreiteter, als man gemeiniglich glaubt, und mancher thonige Brauneisenstein dürfte sich bei näherer Untersuchung als eisenoxydreicher Bauxit erweisen.

Basaltgesteine scheinen vorzugsweise der Bauxitbildung unterworfen zu sein, und es sind in neuerer Zeit namentlich im Gebiet der eine bedeutende Oberfläche einnehmenden anamesitischen Basalte des Vogelsberges und der Wetterau zahlreiche Vorkommen von Bauxit beobachtet worden. Das Mineral wird zur Herstellung von Thonerdepräparaten technisch ausgebeutet und ist auch zur Gewinnung von Aluminium ein beachtenswerthes Material.

Auch der Anamesit von Rüdigheim unterliegt einem solchen Umwandlungsprocess, bei dem entweder ein mehr oder weniger thoniger Bauxit oder, wenn mehr Kieselsäure zurückgehalten wurde, ein röthlicher oder grauer bauxitischer Thon sich bildet, analog ähnlichen Vorkommnissen in Oberhessen, wo in Thon eingebetteter Bauxit als Verwitterungsproduct des darunter anstehenden Basaltgesteines mehrfach beobachtet wurde.

Ueber Analysen von Bauxiten, namentlich von oberhessischen, liegen verschiedene Veröffentlichungen vor. So hat H. Kalkhoff**) Bauxit von Garbenteich bei Giessen und J. Lang***) solchen von Langsdorf bei Lich untersucht; bei neueren Analysen von Bauxiten aus derselben Gegend von A. Liebrich †) wurde auch die in den oberhessischen Bauxiten regelmässig vorkommende Titansäure bestimmt.

---

*) N. Jahrb. f. Mineral. 1869 und 1872, sowie Journ. f. pract. Chem. 1872 l. c.

**) 22. Ber. d. oberhess. Ges. f. Natur- und Heilk. 1883. 314.

***) Ber. d. deutschen chem. Ges. 1884. 2892.

†) 28. Ber. d. oberhess. Ges. f. Natur- und Heilk 1891. 57.

Der letztere Autor hat von mehreren Fundorten des Bauxits nicht nur diesen selbst, sondern auch den damit in Zusammenhang stehenden Thon und Eisenstein näher untersucht, welche Bildungen ebenfalls auf zersetzten Basalt zurückzuführen sind. Des Näheren auf Liebrich's ausführliche Arbeit verweisend, lasse ich von zwei Localitäten einige seiner Analysen hier folgen.

	Rother Hang bei Garbenteich.		Firnewald an der Strasse Annerod-Steinbach.	
	Grobknoll. Bauxit	Thon	Heller Bauxit	Thon
Kieselsäure	1.10	27.64	4.92	33.93
Titansäure	3.20	nicht best.	2.80	nicht best.
Thonerde	50.92	33.56	53.10	25.15
Eisenoxyd	15.70	19.83	10.62	24.55
Kalk	0.80	0.70	0.62	0.93
Magnesia	0.16	0.54	Spur	0.25
Natron (Kali)	—	0.10	—	Spur
Wasser bis 100° C. entweichend	0.85	2.67	1.46	3.67
Wasser über 100° C. entweichend (Glühverl.)	27.75	15.46	26.34	12.14
	100.48	100.50	99.86	100.62

Umwandlungen von frischem zu zersetztem Anamesit und von diesem in ockerfarbenen Bauxit und in röthlichen bauxitischen Thon, gleichwie in helleren blass fleischfarbenen Thon mit wohlerhaltenen Poren des ursprünglichen Gesteins habe ich am Rüdigheimer Vorkommen sehr gut constatiren können, wie meine nachstehenden Analysen zeigen.

Rüdigheim bei Hanau.

	Bauxit	Bauxitischer Thon	Heller Thon
Kieselsäure	5.97	21.42	29.57
Titansäure	1.66	nicht bestimmt.	1.32
Thonerde	49.54	29.68	30.08
Eisenoxyd	14.06	25.38	20.67
Kalk, Magnesia, Alkalien, Phosphorsäure (Verlust)	0.65	4.27	1.84
Wasser bis 100° C.	1.11	2.38	3.68
Wasser über 100° C. (Glühverl.)	27.01	16.87	12.84
	100.00	100.00	100.00

Der untersuchte Bauxit zeigte noch basaltische Structur. Unter der Loupe betrachtet, waren in der hellbrauen bauxitischen Masse, wie bei ähnlichen oberhessischen Vorkommen, kleine Kryställchen von Hydrargillit, Umrisse von Plagioklasen und vereinzelte Partikeln von schwarzem Titanmagneteisen zu bemerken.

Bei der Bauxitbildung kommt hier, wie in analogen Fällen, in erster Linie eine unter Einwirkung der Atmosphärilien und unter anderen günstigen Umständen, namentlich bei Gegenwart von Alkalien, vielleicht auch von organischen Stoffen bewirkte Fortführung von Kieselsäure in Betracht. Ich erinnere in dieser Hinsicht auch daran, dass das kalkarme Frankfurter Leitungswasser aus dem Vogelsberge als Hauptbestandtheil gelöste Kieselsäure enthält; auf beiläufig 80 mg. festen Rückstand per Liter Wasser entfallen ca. 20 mg. Kieselsäure. Dass die von Wasser löslich gemachte Kieselsäure auch local wieder abgelagert werden kann, zeigen die vielen Vorkommen von Hyalith und Halbopal in den zersetzten oberen Lagen der Basaltgesteine unserer Gegend. Dass andererseits aus gelöstem Alkalialuminat schon durch Kohlensäure-Einwirkung krystallisirtes Thonerdehydrat ausfällt, ohne dass daneben in der Lösung befindliche Kieselsäure mitgerissen wird, darauf macht neuerdings A. Ditte*) bei Besprechung der Fabrikation von reiner Thonerde aus mit Aetznatron behandeltem Bauxit aufmerksam. Einer von anderer Seite ausgesprochenen Ansicht, dass bei der Bildung des Bauxites kohlensaurer Kalk auf in Wasser gelöstes Chloraluminium eingewirkt haben soll, kann nicht beigepflichtet werden.

Unter den Basaltgesteinen von Oberhessen, der Wetterau und der Maingegend werden zwei Typen unterschieden, ältere Strombasalte, ächte, meist dunkle Basalte, und jüngere Strombasalte, Anamesite und Dolerite. Erstere, die basischeren Gesteine, enthalten nach gehörigem Eliminiren der Titansäure gewöhnlich nur wenig über 40 Procent Kieselsäure, letztere beiläufig 50 Procent Kieselsäure, entsprechend ihrem höheren Plagioklasgehalt**). Die anamesitischen Basalte scheinen hauptsächlich für die Bauxitbildungen das Material abgegeben zu haben.

---

*) Compt. rend. 1893. 116. 509.

**) Ich habe neuerdings verschiedene oberhessische Anamesite und Basalte auf ihren Gehalt an Kieselsäure untersucht und lasse die erhaltenen Resultate hier folgen.

Anamesit von Eckartshausen	50.36	Proc. Kieselsäure.
Anamesit vom Aulskopf	50.14	„ „
Anamesit von Altenstadt	48.28	„ „
Anamesit von Orleshausen	47.08	„ „
Basalt von Rodenbach	42.27	„ „
Basalt von Häuserwald (unten)	43.57	„ „
Basalt von Enzesheim	43.42	„ „
Basalt von Orleshausen	42.41	„ „
Basalt von Böhnstadt	40.46	„ „
Basalt von Hainchen	40.12	„ „

Auch an dem Anamesit von Klein-Steinheim bei Hanau und von der Louisa bei Frankfurt sind bauxitische Zersetzungsproducte wahrzunehmen, die bei weiteren Nachforschungen in der Gegend wohl noch mehr gefunden werden dürften. Ich werde dem Gegenstande, der mich im Anschluss an meine früheren Arbeiten über basische Massengesteine lebhaft interessirt, weitere Aufmerksamkeit widmen.

Bei diesen Kieselsäurebestimmungen wurden die feinst gepulverten und bei 100° C. getrockneten Durchschnittsproben mit kohlensaurem Natron verschmolzen, die Kieselsäuren aus dem Schmelzen mit Salzsäure gehörig abgeschieden, geglüht und gewogen. Schliesslich wurde mit reiner Flusssäure abgeraucht, nach Austreibung des Fluorsiliciums unter Zugabe von etwas kohlensaurem Ammon wieder geglüht, der Rückstand von Eisenoxyd und Thonerde haltiger Titansäure gewogen und von der vorher gewogenen Kieselsäure in Abzug gebracht.

Meteorologische Arbeiten.

Im Jahre 1891/92 war das meteorologische Comité gebildet aus den Herren Oberlehrer Dr. P. Bode, Dr. W. A. Nippoldt, Dr. Th. Petersen, A. v. Reinach, Sanitätsrath Dr. A. Spiess, Stadtgärtner A. Weber, Prof. Dr. E. Weber und Dr. J. Ziegler; den Vorsitz führte der Letztgenannte.

In den meteorologischen Arbeiten trat keine wesentliche Aenderung ein. Dieselben erstreckten sich vornehmlich auf die Terminbeobachtungen um 6, 2 und 10 Uhr, diejenigen um 8 Uhr Morgens, die Simultanbeobachtungen um 12 Uhr 35 Minuten Nachmittags, die Beobachtung der selbstaufzeichnenden Apparate und deren Hülfsinstrumente, sowie die laufenden Witterungsbeobachtungen und wurden der Mehrzahl nach von Herrn G. Perlenfein angestellt.

Die Mainwasserstände wurden von Herrn F. Leonhardt, die Grundwasserstände von Herrn Hospitalmeister Reichard, Direktor Schiele und Dr. Ziegler beobachtet. Die Schnee-Höhe und -Decke, sowie die Vegetationszeiten beobachtete der Letztere.

Die Niederschlagsbeobachtungen in der Umgegend wurden von den bisherigen Beobachtern weitergeführt und fanden die fortgesetzte Unterstützung von Seiten der königl. Wasserbauinspection und des städtischen Tiefbauamts. Neu hinzugekommen sind die in Friedberg an einer der anderen entgegengesetzten Stelle, im Garten des Herrn H. Trapp von diesem und Herrn Dr. Egon Ihne mit einem Hellmann'schen Regenmesser Modell 1886 angestellten Beobachtungen, welche die Genannten monatlich einzusenden die Güte hatten. Bei den selbstaufzeichnenden Regenmessern waren Frost und Reparatur Ursache von Störungen.

Die Beobachtungsergebnisse wurden einerseits schriftlich theils an das königl. meteorologische Institut in Berlin, theils nach Hamburg bezw. Washington gesandt, andererseits in den gedruckten Tabellen, sowie täglich in den Zeitungen veröffentlicht.

Die tägliche Wettervorhersage in der „Frankfurter Zeitung“ wurde bis Ende September von Herrn Dr. W. A. Nippoldt aufgestellt, vom 1. Oktober d. J. an von Herrn Prof. Dr. Walter König unter zeitweiliger Stellvertretung durch den Vorgenannten.

Dieselben Herren führten unter Beihülfe des Herrn Gustav Schlesicky auch die astronomischen Beobachtungen zur Zeitbestimmung aus.

Von Behörden und Privaten war das meteorologische Comité durch auf zahlreiche Anfragen ertheilte Auskunft in Anspruch genommen.

Jahres-Uebersicht
der meteorologischen Beobachtungen zu Frankfurt am Main 1892.

Mittlerer Luftdruck		751·9 mm
Höchster beobachteter Luftdruck	am 28. November	767·5 „
Niedrigster „ „	„ 17. Februar	731·9 „
Mittlere Lufttemperatur		9·0 ° C.
Höchste beobachtete Lufttemperatur	am 18. August	36·8 „
Niedrigste „ „	„ 18. Februar	—13·1 „
Höchstes Tagesmittel der Lufttemperatur	„ 17. August	27·9 „
Niedrigstes „ „ „	„ 21. Januar	—8·3 „
Mittlere absolute Feuchtigkeit		6·7 mm
„ relative „		74 °/₀
Höhensumme der atmosphärischen Niederschläge		418·6 mm
Mittlerer Wasserstand des Mains		117 cm
Höchster „ „ „	am 3. Februar	266 „
Niedrigster „ „ „	„ 30. December	—31 „
Zahl der Tage mit Niederschlag		169
„ „ „ „ Regen		143
„ „ „ „ Schnee		38
„ „ „ „ Hagel		1
„ „ „ „ Thau		47
„ „ „ „ Reif		36
„ „ „ „ Nebel		40
„ „ „ „ Gewitter		22
„ „ „ „ Sturm		6
„ „ beobachteten*) N-Winde		114
„ „ „ NE „		171
„ „ „ E „		179
„ „ „ SE „		28
„ „ „ S „		75
„ „ „ SW „		325
„ „ „ W „		74
„ „ „ NW „		56
„ „ „ Windstillen		76
Mittlere Windstärke (0 bis 6)		1·1

*) Drei Beobachtungen täglich.

Niederschlagsbeobachtungen in der Umgebung von Frankfurt am Main im Jahre 1892.

Monats- und Jahressummen.

Wasserhöhe in Millimetern.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

***Falkenstein* im *Taunus*.**
Heilanstalt.
8° 29′ ö. L. v. Gr., 50° 11′ n. Br., 410 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Dr. B. Engelbrecht.

48·7	59·7	38·5	12·8	35·6	60·0	78·6	18·2	36·3	57·5	13·8	67·3	527·0

***Gr. Feldberg* im *Taunus*.**
8° 28′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 880 m.
Hellmann'scher Regenmesser, seit dem 23. September M. 1886, 1 m.
Beobachter: Gastwirth J. G. Ungeheuer.

66·0	46·5	29·7	16·3	32·4	87·5	52·9	15·4	52·2	70·9	17·1	72·3	559·2

***Fischborn* am *Vogelsberg*.**
9° 18′ ö. L. v. Gr., 50° 23′ n. Br., 343 m.
Hellmann'scher Regenmesser M. 1886, 1·5 m. Beobachter: Tiefbauamt.

65·0	62·9	35·2	13·1	49·7	65·1	43·6	32·9	50·8	72·2	14·9	68·1	573·5

***Flörsheim (Raunheim)* am *Main*.**
Kanalschleuse II.
8° 27′ ö. L. v. Gr., 50° 1′ n. Br., 90 m.
Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·00 m. Beobachter: Schleusen- und Wehrmeister Schülbe.

28·9	23·1	26·1	6·8	12·2	81·0	47·5	32·7	60·8	66·5	13·4	22·7	421·7

***Frankfurt* am *Main*.**
Botanischer Garten.
8° 41′ ö. L. v. Gr., 50° 7′ n. Br., 102 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Stiftsgärtner G. Perlenfein.

36·3	35·9	31·1	7·7	16·1	64·4	35·9	29·4	45·5	52·6	20·7	43·0	418·6

Frankfurt am Main.

Hochbehälter der Wasserleitung an der **Friedberger Warte.**

8° 42′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., 146 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
29·1	21·1	25·7	6·3	16·3	57·6	53·6	14·5	35·8	47·8	18·0	28·7	354·5

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
37·7	25·5	27·9	7·6	18·9	62·0	54·8	16·6	39·4	51·0	20·8	33·7	395·9

Frankfurt am Main.

Lagerplatz des Tiefbauamtes an der **Gutleutstrasse.**

8° 40′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 97 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
12·2	[2·8]	12·7	[0·0]	11·3	51·3	50·7	3·5	35·3	42·0	9·6	[5·0]	[236·4]

Frankfurt am Main.

Kanalschleuse V. bei Niederrad.

8° 39′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 97 m.

Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·45 m. Beobachter: Schleusenmeister **Kerschke.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
16·1	24·0	28·6	5·6	14·2	67·9	36·9	29·3	46·2	47·1	18·9	28·8	363·6

Frankfurt am Main.

Pumpstation der Grundwasserleitung am **Ober-Forsthaus.**

8° 39′ ö. L. v. Gr., 50° 4′ n. Br., 103 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
21·3	22·3	18·5	4·5	11·3	41·4	65·7	5·5	45·7	54.5	15·3	41·5	347·5

Frankfurt am Main

Lagerplatz des Tiefbauamtes an der **Ostendstrasse.**

8° 42′ ö. L. v. Gr., 50° 7′ n. Br., 96 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
18·1	21·4	19·5	3·1	10·0	47·9	44·1	[2·5]	[17·7]	35·4	12·2	29·3	[261·2]

Friedberg an der Usa.

8° 45′ ö. L. v. Gr., 50° 21′ n. Br.

Burg. 160 m.

Regenmesser 1·5 m. Beobachter: Seminarlehrer Dr. **Held.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
28·5	35·3	31·2	9·3	23·2	55·3	25·4	49·3	47·7	59·0	10·6	25·8	400·6

Garten des Herrn **H. Trapp.** 150 m.

Hellmann'scher Regenm. M 1886, 1·0 m. Beobachter: **H. Trapp** u. Reallehrer Dr. **Egon Ihne.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
27·4	46·0	24·9	12·4	24·2	40·7	58·6	21·9	38·3	52·3	15·2	23·7	385·6

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

***Gassen* an der Bieber, im Spessart.**

9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 10′ n. Br., 203 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Link.**

78·1	60·4	26·0	20·0	33·6	85·5	26·8	47·1	61·7	91·1	13·7	88·4	632·4

***Gelnhausen* an der Kinzig.**

9° 11′ ö. L. v. Gr., 50° 12′ n. Br., 139 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

57·9	49·8	27·2	13·8	26·1	117·6	36·9	51·2	52·3	72·5	13·8	44·1	563·2

***Herchenhain* auf dem Vogelsberg.**

9° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 29′ n. Br., 638 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·5 m. Beobachter: Bürgermeister **Seb. Weidner.**

60·7	62·4	38·6	17·7	59·3	118·5	51·2	31·5	65 2	78·4	13·6	20·9	618·0

***Höchst* am Main.**

Kanalschleuse IV.

8° 33′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 94 m.

Regenmesser, M. d. Seew., 2·55 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Seitenheim.**

22·2	21·0	21·6	7·8	8·3	62·6	43·5	45·9	50·4	51·4	12·6	34·9	382·2

***Homburg* v. d. H. im Taunus.**

8° 37′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 155 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Brunnenmeister **Johs. Landvogt.**

20·7	45·1	30·2	11·2	23·0	75·3	79·6	11·7	39·5	65·9	15·9	53·1	471·2

***Idstein* an der Wörsbach, im Taunus.**

8° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 13′ n. Br., 275 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Ingenieur **Karl Wagener.**

37·4	37·2	30·2	17·4	44·7	54·1	30·7	21·8	44·4	57·0	14·1	35·1	424·1

***Kassel-Grund* im Spessart.**

9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 11′ n. Br., 310 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·5 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

86·2	70·1	26·7	18·2	38·6	96·0	30·4	57·5	65·0	89·5	18·0	74·7	670·9

***Kostheim* (Bischofsheim) am Main.**

Kanalschleuse I.

8° 19′ ö. L. v. Gr., 50° 0′ n. Br., 88 m.

Regenmesser, M. d. Seewarte, 1·78 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Gottschalk.**

33·4	26·8	17·5	5·8	24·6	52·9	73·6	19·1	32·2	53·9	11·7	22·2	373·7

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

Mainz am Rhein.

8° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 0′ n. Br., 85 m.

Regenmesser, Münchener M., 1·5 m. Beobachter: Pr.-L. W. v. Reichenau.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
21·7	22·1	18·5	5·4	16·9	56·5	48·9	20·3	30·6	51·5	9·4	22·6	324·4

Neuweilnau an der Weil, im Taunus.

8° 24′ ö. L. v. Gr., 50° 19′ n. Br., 350 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Aug. Henrici.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
53·3	73·3	44·8	33·3	65·7	114·7	23·2	34·3	44·6	70·9	10·9	65·5	634·5

Obermüller an der Bieber, im Spessart.

9° 23′ ö. L. v. Gr., 50° 9′ n. Br., 319 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·50 m. Beobachter: Tiefbauamt.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
78·7	81·7	29·4	20·0	43·3	104·1	47·9	39·7	62·4	107·1	15·3	95·7	725·3

Ober-Reifenberg im Taunus.

8° 26′ ö. L. v. Gr., 50° 15′ n. Br., 600 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Kgl. Förster A. Ubach.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
54·4	63·3	34·1	52·0	26·5	67·7	50·0	13·4	52·2	70·9	26·8	14·7	526·0

Okriftel (Kelsterbach) am Main.

Kanalschleuse III.

8° 31′ ö. L. v. Gr., 50° 3′ n. Br., 106 m.

Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·63 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister Harwardt.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
27·5	16·2	24·9	5·0	7·1	59·8	36·1	48·9	60·7	58·4	12·6	42·3	399·5

Orb im Spessart.

9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 181 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·1 m. Beobachter: A. Koch.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
73·8	55·2	19·8	10·9	29·5	71·4	28·7	54·0	53·6	79·5	24·5	53·9	554·8

Saalburg bei Homburg im Taunus.

Forsthaus.

8° 34′ ö. L. v. Gr., 50° 16′ n. Br., 418 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1 m. Beobachter: W. Burkhardt.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
54·7	75·1	46·6	14·9	41·4	59·3	46·5	15·2	52·0	82·6	18·1	70·9	577·3

Salz am Vogelsberg.

9° 22′ ö. L. v. Gr., 50° 26′ n. Br., 385 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Bürgermeister Muth.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
71·2	62·8	32·8	15·5	52·6	85·4	45·5	41·0	58·2	99·4	17·7	71·1	653·2

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr

***Schlierbach** an der Bracht, am Vogelsberg.*

9° 18′ ö. L. v. Gr., 50° 18′ n. Br., 161 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·05 m. Beobachter: **Wörner.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
77·1	65·8	36·3	14·4	41·5	66·6	30·6	45·7	56·7	81·5	14·6	76·9	607·7

***Schmitten** an der Weil, im Taunus.*

8° 27′ ö. L. v. Gr., 50° 16′ n. Br., 450 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1·35 m. Beobachter: Lehrer **Fr. Reinhard.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
86·5	85·8	24·0	21·4	48·7	78·1	60·3	11·9	49·3	79·0	13·7	64·0	622·7

***Soden** am Taunus.*

8° 30′ ö. L. v. Gr., 50° 9′ n. Br., (150) m.

Dove'scher Regenmesser 2 m. Beobachter: Lehrer **K. Presber.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
50·0	43·6	32·3	8·5	19·7	75·7	25·2	23·1	54·1	72·9	15·8	25·6	446·5

***Staufen** im Taunus.*

Villa v. Reinach.

8° 25′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., 405 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Förster **W. Horn.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
29·7	48·6	34·9	12·2	17·7	59·8	18·7	14·1	59·4	69·4	13·0	50·5	428·0

***Treisberg** im Taunus.*

8° 26′ ö. L. v. Gr., 50° 18′ n. Br., 550 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1·6 m. Beobachter: Lehrer **Ph. Müller** und **Landsiedel.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
97·0	49·5	31·0	24·6	22·1	50·8	20·9	22·8	34·6	56·3	8·0	62·6	475·2

***Wiesbaden** am Taunus.*

8° 13′ ö. L. v. Gr., 50° 5′ n. Br., 111 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Konservator **August Römer.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
37·0	30·0	29·0	10·0	46·0	51·0	18·0	16·0	48·0	67·0	11·0	38·0	401·0

***Wirtheim** an der Kinzig.*

9° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 13′ n. Br., 135 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·25 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
77·8	58·4	28·6	13·5	23·4	98·3	35·4	62·1	59·4	67·5	15·4	66·2	606·0

Vegetationszeiten in Frankfurt am Main

beobachtet von Dr. Julius Ziegler im Jahre 1892.

Bo. s. = Blattoberfläche sichtbar; *e. Bth.* = erste Blüthe offen; *Vbth.* = Vollblüthe, über die Hälfte der Blüthen offen; *e. Fr.* = erste Frucht reif; *a. Fr.* = allgemeine Fruchtreife, über die Hälfte der Früchte reif; *a. Lbv.* = allgemeine Laubverfärbung, über die Hälfte der Blätter verfärbt; *a. Lbf.* = allgemeiner Laubfall, über die Hälfte der Blätter abgefallen. Die eingeklammerten Angaben sind nur annähernd genau. Die zur Vergleichung dienenden Mittel sind aus den 24 Jahren 1867 bis 1890 berechnet.

Monat	Tag	Name der Pflanze	Vegetations-Stufe	Abweichung vom Mittel. Tage voraus	zurück
Januar	3	Corylus Avellana, Haselnuss	*e. Bth.*	30	..
Februar	(28)	Galanthus nivalis, Schneeglöckchen	*e. Bth.*	..	(3)
	29	Leucojum vernum, Frühlingsknotenblume	*e. Bth.*	3	..
März	19	Crocus luteus, gelber Safran	*e. Bth.*	..	14
	23	Cornus mas, gelber Hartriegel	*e. Bth.*	..	10
	25	Anemone nemorosa, Windröschen	*e. Bth.*	..	1
April	5	Prunus Armeniaca, Aprikose	*e. Bth.*	0	0
	6	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*Bo. s.*	..	2
	7	Ribes rubrum, Johannisbeere	*e. Bth.*	0	0
	7	Prunus avium, Süsskirsche	*e. Bth.*	4	..
	7	Prunus spinosa, Schlehe	*e. Bth.*	5	..
	8	Persica vulgaris, Pfirsich	*e. Bth.*	6	..
	10	Ribes rubrum, Johannisbeere	*Vbth.*	7	..
	10	Pyrus communis, Birne	*e. Bth.*	6	..
	11	Persica vulgaris, Pfirsich	*Vbth.*	10	..
	12	Prunus avium, Süsskirsche	*Vbth.*	7	..
	13	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde	*Bo. s.*	8	..
	15	Pyrus Malus, Apfel	*e. Bth.*	9	..
	18	Pyrus communis, Birne	*Vbth.*	7	..
	24	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*e. Bth.*	4	..
	24	Syringa vulgaris, Syringe	*e. Bth.*	4	..
	25	Vitis vinifera, Weinrebe	*Bo. s.*	0	0
Mai	8	Pyrus Malus, Apfel	*Vbth.*	..	1
	12	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*Vbth.*	..	2
	12	Syringa vulgaris, Syringe	*Vbth.*	..	2
	23	Sambucus nigra, Hollunder	*e. Bth.*	..	1

Monat	Tag	Name der Pflanze	Vegetations-Stufe	Abweichung vom Mittel. Tage voraus	zurück
Juni	6	Sambucus nigra, Hollunder	*Vbth.*	4	. .
	7	Prunus avium, Süsskirsche	*e. Fr.*	2	. .
	10	Vitis vinifera, Weinrebe	*e. Bth.*	4	. .
	15	Ribes rubrum, Johannisbeere	*e. Fr.*	2	. .
	17	Castanea vesca, zahme Kastanie	*e. Bth.*	2	. .
	19	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . .	*e. Bth.*	4	. .
	25	Vitis vinifera, Weinrebe	*Vbth.*	1	. .
	25	Lilium candidum, weisse Lilie	*e. Bth.*	. .	1
	(26)	Prunus avium, Süsskirsche	*a. Fr.*	(0)	(0)
	26	Castanea vesca, zahme Kastanie	*Vbth.*	1	. .
	29	Lilium candidum, weisse Lilie	*Vbth.*	2	. .
	29	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . . .	*Vbth.*	2	. .
	29	Ribes rubrum, Johannisbeere.	*a. Fr.*	2	. .
Juli	1	Catalpa syringaefolia, Trompetenbaum .	*e. Bth.*	2	. .
	7	Catalpa syringaefolia, Trompetenbaum .	*Vbth.*	6	. .
	25	Sambucus nigra, Hollunder	*e. Fr.*	11	. .
August	11	Aster Amellus, Sternblume	*e. Bth.*	1	. .
	(20)	Sambucus nigra, Hollunder	*a. Fr.*	(7)	. .
	27	Colchicum autumnale, Herbstzeitlose . .	*e. Bth.*	1	. .
Septbr.	(2)	Colchicum autumnale, Herbstzeitlose . .	*Vbth.*	(9)	. .
	(10)	Vitis vinifera, Weinrebe	*e. Fr.*	. .	(8)
	11	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*e. Fr.*	2	. .
	25	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Fr.*	2	. .
Oktbr.	(18)	Vitis vinifera, Weinrebe	*a. Fr.*	(1)	. .
	(20)	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . . .	*a. Lbv.*	. .	(3)
	22	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Lbv.*	. .	4
	(22)	Vitis vinifera, Weinrebe	*a. Lbv.*	. .	(2)
	28	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Lbf.*	2	. .
	(31)	Prunus avium, Süsskirsche	*a. Lbv.*	. .	(8)

Tabelle der Grundwasser-Schwankungen in Frankfurt am Main im Jahre 1892.

Höhe des Wasserstandes über dem Nullpunkt des Mainpegels in Centimetern.

Ort der Brunnen	Gutleutstrasse 204 (Südlich.) *Dir. Schiele.*	Gutleutstrasse 204 (Nördlich.) *Dir. Schiele.*	Stiftstr. 30 Bürgerhosp. *Hspm. Reichard.*	Feldstrasse 8. *Dr. Julius Ziegler.*
Höhe des Terrains über dem Nullpunkt des Mainpegels.	593	642	1121	1292
Höhe der Sohle des Brunnens über dem Nullpunkt des Mainpegels.	—144	—301	—16	+905
4. Januar	120	113	574	Brunnen
11. „	121	115	580	leer.
18. „	121	118	579	(913)
25. „	121	120	578	926
1. Februar	121	123	583	930
8. „	122	124	580	939
15. „	125	128	579	946
22. „	131	131	580	951
29. „	134	133	582	955
7. März	136	138	588	961
14. „	140	140	**592**	**964**
21. „	140	140	584	956
28. „	**142**	**143**	588	952
4. April	140	140	585	948
11. „	138	138	587	946
18. „	136	135	584	944
25. „	133	133	581	941
2. Mai	132	131	582	937
9. „	131	129	579	931
16. „	130	128	576	927
23. „	128	124	575	924
30. „	127	122	578	919

6. Juni	126	119	571	914
13. „	125	118	574	912
20. „	123	115	571	913
27. „	122	112	567	912
4. Juli	121	111	567	Brunnen leer.
11. „	119	109	565	
18. „	119	108	565	
25. „	117	106	564	
1. August	117	105	563	
8. „	114	104	560	
15. „	113	102	559	
22. „	112	101	557	
29. „	110	100	556	
5. September	109	99	555	
12. „	108	99	554	
19. „	107	98	553	
26. „	107	97	552	
3. Oktober	105	97	550	
10. „	104	95	549	
17. „	104	94	550	
24. „	103	93	547	
31. „	102	92	548	
7. November	102	91	546	
14. „	101	91	545	
21. „	101	leer-	544	
28. „	101	ge-	542	
5. December	101	pumpt	545	
12. „	100	87	545	
19. „	99	87	542	
26. „	95	87	544	
Grösste Differenz im ganzen Jahre	47	56	50	52

Berichtigungen.

Seite 63 Zeile 9 von oben lies Fed. statt Frid.
„ 63 „ 11 v. o. lies Vitellonis statt Vitellionis.
„ 66 „ 18 v. u. „ F. Risner statt J. Risner.
„ 68 Anm. 1 lies Alkhayyami statt Alkayyami.
„ 72 Zeile 2 v. u. lies $\frac{bga}{2}$ statt $\frac{bag}{2}$.
„ 73 „ 8 v. o. „ fk statt fq.
„ 73 „ 4 v. u. „ bdh statt bdk.
„ 74 „ 1 v. o. „ gd statt bd und dc statt hc.
„ 85 „ 10 v. o. „ $f'(\eta)$ statt $f(\eta)'$.
„ 87 „ 17 v. o. „ $\frac{-r^4\alpha(a+\alpha)(b+\beta)}{4a(\alpha^2+\beta^2)}$ statt $\frac{-r^4(a+\alpha)(b+\beta)}{4a(\alpha^2+\beta^2)}$.
„ 87 „ 6 v. u. „ $x_\alpha y_\beta$ statt $x\, y_\beta$.
„ 88 „ 3 v. o. „ y_β statt y_α.
„ 88 „ 4 v. o. „ $y_b y_\beta$ statt $y_a y_\alpha$.
„ 89 lies zweimal Huyghens statt Huygens.
„ 94 Zeile 14 v. u. lies $F_1-\lambda_1 F_2-\lambda_2 F_3=0$ statt $F_1-\lambda_1 F_2-\lambda_2 F_3=0$.
„ 94 „ 5 v. u. „ zu Anfang $\lambda_1 N[\ldots]$ statt $\lambda_1 \mathrm{N}[\ldots]$.
„ 94 „ 4 v. u. „ „ „ „ „ „ „ „
„ 95 „ 7 v. o. „ $F_1-\lambda_1 F_2-\lambda_2 F_3=0$ statt $F_1-\lambda_1 F_2-\lambda_2 F_3=0$.
„ 95 „ 11 v. u. „ $\frac{\eta F'(\xi)-\xi F'(\eta)}{F'(\xi)}$ statt $\frac{\eta F'(\xi)-\zeta F'(\eta)}{F'(\xi)}$.
„ 99 „ 20 v. o. „ Δ^1 statt Δ^2 und Δ^3.
„ 104 „ 14 v. o. „ p_1 „ p.
„ 104 „ 3 v. u. „ q_1 „ q.
„ 105 „ 8 v. o. „ $(c\alpha-\gamma a)$ statt $(c\alpha+\gamma\alpha)$.
„ 105 „ 9 v. o. „ $(a_{00}-a_{11})\,xy-a_{00}\beta x+a_{11}\alpha y$ statt $(a_{00}+a_{11})\,xy+a_{00}\beta x+a_{11}\alpha y$.
„ 105 „ 1 v. u. Anm. lies Rotationshyperboloid statt Rotationsparaboloid.

In der Tabelle vom März 1892 ist unter „Temperatur der Pentaden“ 2. statt 1. März und — vor 2·2 zu setzen.

Den Mainwasserständen vom 7. bis 12., 30. und 31. December 1892 ist ein Minuszeichen (—) vorzusetzen und bei den Bemerkungen „unter“ oder „über 0 Punkt“ zu streichen.

Inhalt.

ng u
er d

it

es-
tel

5
9
9
5
2
6
8
6
4
6

2
6
8
8
6
0
0
0
0
1

9
6
1
8
2
7
2

ıg und
er der

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

…it …es- …tel	g… g… 6 h		Schneehöhe 9 h a cm	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
5	1	. .	. . .	. . .	148	Vom 1. Januar an Hellmann'scher Regen-	1
9	10	. .	. . .	. .	192	. . . . [messer, Modell 1886.	2
9	10	. .	. . .	. . .	196	. . . .	3
5	2	. .	. . .	. . .	234	. . . .	4
2	0	. .	. . .	. . .	246	. . . .	5
6	10	. .	0	. . .	190	—ɯ 1 - 6 a, 1 - 5 p.	6
8	5	. .	2	Schnd.	146	. . . .	7
6	5	. .	3	Schnd.	120	—ɯ 1·25 - 1·35 p.	8
4	10	. .	3	Schnd.	104	. . . .	9
6	8	. .	4	Schnd.	94	. . . .	10
2	0	. .	4	Schnd.	84	. . . .	11
6	10	. .	4	Schnd.	76	. . . .	12
8	10	. .	4	Schnd.	68	. . . .	13
8	1	. .	4	Schnd.	64	. . . .	14
6	10	. .	8	Schnd.	66	. . . .	15
0	10	. .	8	Schnd.	66	. . . .	16
0	0	. .	7	Schnd.	58	. . . .	17
0	10	. .	7	Schnd.	54	. . . .	18
0	1	. .	7	Schnd.	58	. . . .	19
1	0	. .	7	Schnd.	54	. . . .	20
9	0	. .	7	Schnd.	48	. . . .	21
6	0	. .	7	Schnd.	36	. . . .	22
1	10	. .	4	Schnd.	32	. . . .	23
8	10	. .	3	Schnd.	30	. . . .	24
2	8	. .	. . .	. . .	36	. . . .	25
7	8	. .	. . .	. . .	66	. . . .	26
2	10	. .	. . .	. . .	80	. . . .	27
8	10	. .	. . .	. . .	78	Nadelwehr aufgestellt	28
3	10	. .	. . .	. . .	142	. . . .	29
9	10	. .	. . .	. . .	160	. . . .	30
1	10	. .	. . .	. . .	180	. . . .	31
3	6		. . .	18 Tage.	103 Mittel.		

hl der T
al

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
1 – 5. Jan.	2·4
6 – 10. „	–0·8
11 – 15 „	–4·3
16 – 20. „	–2·7
21 – 25. „	–1·2
26 – 30	4·7

Höchste beobachtete Schneedecke	8 cm. am 15. 16.
Höchster Wasserstand des Mains	246 cm. am 5.
Niedrigster Wasserstand des Mains	30 cm. am 24.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9 h a cm	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. .	. . .	. . .	216	. . .	1
. .	. . .	. . .	246	. . .	2
. .	. . .	. .	266	. . .	3
. .	. . .	. . .	262	. . .	4
. .	. . .	. . .	220	. . .	5
. .	. . .	. . .	180	. . .	6
. .	. . .	. . .	160	. . .	7
. .	. . .	. . .	148	. . .	8
. .	. . .	. . .	176	. . .	9
. .	. . .	. . .	185	. . .	10
. .	. . .	. . .	192	. . .	11
. .	. . .	. . .	220	. . .	12
. .	. . .	. . .	198	. . .	13
. .	. . .	. . .	160	. . .	14
. .	6	Schnd.	155	. . .	15
. .	8	Schnd.	154	Nadelwehr umgelegt. . . .	16
. .	11	Schnd.	120	. . .	17
. .	12	Schnd.	110	. . .	18
. .	10	Schnd.	95	. . .	19
. .	8	Schnd.	90	. . .	20
. .	3	Schnd.	85	. . .	21
. .	(2)	(Schd.)	85	Nadelwehr aufgestellt. . . .	22
. .	. . .	. . .	96	. . .	23
. .	. . .	. . .	141	. . .	24
. .	. . .	. . .	145	. . .	25
. .	. . .	. . .	152	↯ 6·20 p im SE . . .	26
. .	. . .	. . .	160	. . .	27
. .	. . .	. . .	163	. . .	28
. .	. . .	. . .	165	. . .	29
	. . .	8 Tage.	129 Mittel.		

Mal
"
"
"

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Jan. 31 – 4. Feb.	4·3
5 – 9 "	4·3
10 – 14 "	2·6
15 – 19 "	—3·9
20 – 24 "	4·0
25 – 1. März	4·1

Höchste beobachtete Schneedecke	12 am 18.
Höchster Wasserstand des Mains	266 cm. am 3.
Niedrigster Wasserstand des Mains	85 cm. am 21. u. 22.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9 h a cm	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. . .	. . .	. . .	160	. . . .	1
. . .	. . .	. .	163	. . . .	2
. . .	. . .	. . .	155	. . . .	3
. . .	. . .	. . .	150	. . . .	4
. . .	. .	. . .	140	Nadelwehr umgelegt	5
. . .	. . .	. . .	85	. . . .	6
. . .	. . .	. . .	74	Nadelwehr aufgestellt	7
. . .	. . .	. . .	114	Nadelwehr umgelegt	8
. . .	. .	. . .	68	. . . .	9
. . .	1	Schnd.	110	Nadelwehr aufgestellt	10
. . .	4	Schnd.	100	. . . .	11
. . .	(2)	Schnd.	118	. . . .	12
. . .	. . .	. . .	118	. . . .	13
. . .	. . .	. . .	125	. . . .	14
. . .	. . .	. . .	125	. . . .	15
. . .	1	. . .	126	. . . .	16
. . .	. . .	. . .	120	. . . .	17
. . .	. . .	. . .	128	. . . .	18
. . .	. . .	. . .	125	. . . .	19
. . .	. . .	. . .	125	. . . .	20
. . .	. . .	. . .	126	. . . .	21
. . .	. . .	. . .	122	. . . .	22
. . .	. . .	. . .	125	. . . .	23
. . .	. . .	. . .	125	. . . .	24
. . .	. . .	. . .	128	. . . .	25
. . .	. . .	. . .	128	. . . .	26
. . .	. . .	. . .	128	. . . .	27
p .	. . .	. . .	127	ꓘ $4^1/_4 - 4^1/_2$ p.	28
. . .	. . .	. . .	130	. . . .	29
. . .	. . .	. . .	132	. . . .	30
. . .	. . .	. . .	132	. . . .	31
	. . .	3 Tage.	124 Mittel.		

Mal

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
1 - 6. März	—4·2
7 - 11. „	2·2
12 - 16 „	1·9
17 - 21. „	5·3
22 - 26. „	6·9
27 - 31	7·3

Höchste beobachtete Schneedecke	4cm. am 11.
Höchster Wasserstand des Mains	163 cm. am 2.
Niedrigster Wasserstand des Mains	68 cm. am 9.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. . .	. . .	. . .	132	. . .	1
. . .	. . .	. . .	134	. . .	2
. . .	. . .	. . .	134	. . .	3
. . .	. . .	. . .	132	. . .	4
. . .	. . .	. . .	132	. . .	5
. . .	. . .	. . .	130	. . .	6
. . .	. . .	. . .	130	. . .	7
. . .	. . .	. . .	128	. . .	8
1 . .	. . .	. . .	125	. . .	9
. . .	. . .	. . .	125	. . .	10
1					
1 . .	. . .	. . .	124	. . .	11
1 . .	. . .	. . .	124	. . .	12
1 . .	. . .	. . .	124	. . .	13
1 . .	. . .	. . .	124	. . .	14
1p. .	. . .	. . .	123	. . .	15
1 . .	. . .	. . .	123	. . .	16
1 . .	. . .	. . .	127	. . .	17
1 . .	. . .	. . .	120	∞ . . .	18
2 . .	. . .	. . .	124	. . .	19
. .	. . .	. .	125	. . .	20
2					
2 . .	. . .	. . .	125	. . .	21
2 . .	. . .	. . .	126	∞ . . .	22
2 . .	. . .	. . .	126	. . .	23
2 . .	. . .	. . .	125	∞ . . .	24
2 . .	. . .	. . .	125	∞ . . .	25
2 . .	. . .	. . .	123	. . .	26
2 . .	. . .	. . .	123	. . .	27
2 . .	. . .	. . .	128	∞ . . .	28
3 . .	. . .	. . .	126	. . .	29
. . .	. . .	. . .	126	. . .	30
Mon mit	. . .	0 Tage.	126 Mittel.		

Mai

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
1 – 5. April	12·4
6 – 10. „	13·1
11 – 15. „	7·5
16 – 20. „	5·4
21 – 25. „	9·3
26 – 30. „	6·8

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	134 cm. am 2. u. 3.
Niedrigster Wasserstand des Mains	120 cm. am 18.

N
T

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 108·5 Meter
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9 h a (cm)	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
...	...	...	126	...	1
...	...	..	128	...	2
...	...	...	124	∞ ...	3
...	...	...	126	...	4
...	...	...	126	...	5
...	...	...	128	...	6
...	...	...	128	...	7
...	...	...	130	...	8
...	..	...	130	...	9
...	...	...	130	...	10
...	...	...	128	...	11
...	...	...	126	...	12
...	...	...	120	...	13
...	...	...	125	...	14
...	...	...	125	...	15
...	...	...	124	...	16
...	...	...	125	...	17
...	...	...	125	...	18
...	...	...	121	...	19
...	...	...	120	...	20
...	...	...	125	...	21
...	...	...	124	...	22
...	...	...	122	...	23
...	...	...	124	...	24
...	...	...	124	...	25
...	...	...	126	...	26
...	...	...	126	...	27
...	...	...	120	...	28
...	...	...	120	...	29
...	...	...	114	...	30
...	...	...	114	↯ 8¾ - 12 p, ⌈↯° 10¼ - 11 p.	31
	...	0 Tage.	124 Mittel.		

e
Mal
„
„
„
.

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
1 - 5. Mai	7·9
6 - 10. „	9·2
11 - 15 „	15·4
16 - 20 „	12·0
21 - 25. „	15·5
26 - 30	23·6

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	130 cm. am 8. 9. 10.
Niedrigster Wasserstand des Mains	114 cm. am 30. 31.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Datum		Schneehöhe 9h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
1	. .	. . .	. . .	124	. . . .	1
2	. .	. . .	. . .	126	. . . .	2
3	6 p.	. . .	. . .	120	⛈ 6¾ - 7 a.	3
4	. .	. . .	. . .	124	. . . .	4
5	. .	. . .	. . .	125	⛈ 2½ - 3 p.	5
6	. .	. . .	. . .	124	. . . .	6
7	. .	. . .	. . .	126	. . . .	7
8	. .	. . .	. . .	126	. . . .	8
9	. .	. . .	. . .	126	. . . .	9
10	. .	. . .	. . .	128	. . . .	10
11	. .	. . .	. . .	130	⛈° 3¾ - 4½ p, ⚡° 9½ - 10 p. . . .	11
12	. .	. . .	. . .	130	. . . .	12
13	. .	. . .	. . .	126	. . . .	13
14	. .	. . .	. . .	123	. . . .	14
15	. .	. . .	. . .	124	. . . .	15
16	. .	. . .	. . .	126	. . . .	16
17	. .	. . .	. . .	124	. . . .	17
18	. .	. . .	. . .	128	. . . .	18
19	. .	. . .	. . .	128	. . . .	19
20	. .	. . .	. . .	126	. . . .	20
21	. .	. . .	. . .	128	. . . .	21
22	. .	. . .	. . .	118	T° 3½ - 3¾ p.	22
23	. .	. . .	. . .	123	⌐ш 1 - 7 p.	23
24	. .	. . .	. . .	126	. . . .	24
25	. .	. . .	. . .	126	. . . .	25
26	. .	. . .	. . .	125	. . . .	26
27	. .	. . .	. . .	122	. . . .	27
28	. .	. . .	. . .	122	. . . .	28
29	. .	. . .	. . .	124	⌐ш 5 - 7 p.	29
30	. .	. . .	. . .	124	. . . .	30
Monatsmittel		. . .	0 Tage.	125 Mittel.		

U al

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Mai 31 - 4. Juni	19·5
5 - 9 „	15·7
10 - 14 „	17·3
15 - 19. „	13·3
20 - 24 „	16·3
25 - 29. „	20·1

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	130 cm. am 11. u. 12.
Niedrigster Wasserstand des Mains	118 cm. am 22.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
. .	. . .	. . .	122	. . . .	1
. .	. . .	. . .	122	∞ a.	2
. .	. . .	. . .	122	. . . .	3
. .	. . .	. . .	123	. . . .	4
. .	. . .	. . .	124	. . . .	5
. .	. . .	. . .	120	. . . .	6
. .	. . .	. . .	125	. . . .	7
. .	. . .	. . .	124	. . . .	8
. .	. . .	. . .	122	. . . .	9
. .	. . .	. . .	122	. . . .	10
. .	. . .	. . .	122	. . . .	11
. .	. . .	. . .	123	. . . .	12
. .	. . .	. . .	124	. . . .	13
. .	. . .	. . .	122	. . . .	14
. .	. . .	. . .	124	. . . .	15
. .	. . .	. . .	118	∞ a.	16
¼ - 4,	. . .	. . .	125	T 2½ - 3½ p, T 6 - 6¼ p.	17
½ p.	. . .	. . .	120	. . . .	18
. .	. . .	. . .	126	. . . .	19
. .	. . .	. .	126	. . . .	20
. .	. . .	. . .	120	. . . .	21
. .	. . .	. . .	124	. . . .	22
. .	. . .	. . .	124	. . . .	23
. .	. . .	. . .	122	. . . .	24
. .	. . .	. . .	122	. . . .	25
. .	. . .	. . .	124	. . . .	26
. .	. . .	. . .	124	. . . .	27
. .	. . .	. . .	122	. . . .	28
. .	. . .	. . .	122	. . . .	29
. .	. . .	. . .	123	T 7 - 9½ a, T° 7¾ - 8½ p, ≺² 9½ - 10¾ p,	30
. .	. . .	. . .	125	T 4¼ - 5½ a, ⊏≺² 12½ - 4½ p. [T 11¾ p.	31
	. . .	0 Tage.	123 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Juni 30 - 4. Juli	18·2
5 - 9. „	19·0
10 - 14 „	18·0
15 - 19. „	14·6
20 - 24 „	15·0
25 - 29. „	18·7

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	126 cm. am 19. u. 20.
Niedrigster Wasserstand des Mains	118 cm. am 16.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. . . .	. . .	. . .	125	. . . .	1
. . . .	. . .	. .	125	. . . .	2
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	3
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	4
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	5
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	6
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	7
1 . . .	. . .	. . .	126	. . . .	8
. . . .	. . .	. . .	127	⌈↯ 1-1½ a.	9
. . . .	. . .	. . .	127	. . . .	10
1 . . .	. . .	. . .	128	. . . .	11
1 . . .	. . .	. . .	128	. . . .	12
1 . . .	. . .	. . .	126	. . . .	13
1 . . .	. . .	. . .	126	. . . .	14
1 . . .	. . .	. . .	124	. . . .	15
1 . . .	. . .	. . .	123	. . . .	16
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	17
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	18
. . . .	. . .	. . .	122	↯ 8½-9, 10½-11 p, ⌣ıı 10·20-11 p. .	19
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	20
3p. . . .	. . .	. . .	124	⌈↯ 8½-9¼, ⌈↯ 9¾-12 p.	21
4 . . .	. . .	. . .	126	. . . .	22
5 . . .	. . .	. . .	124	. . . .	23
6 , . .	. . .	. . .	128	∞ a.	24
7 . . .	. . .	. . .	127	. . . .	25
8 . . ,	. . .	. . .	126	. . . .	26
9 . . .	. . .	. . .	125	T° 4·50-5·15 p.	27
. . . .	. . .	. . .	125	. . . .	28
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	29
. . . .	. . .	. . .	124	↯ 9-11 p.	30
. . . .	. . .	. . .	123	. . . .	31
	. . .	0 Tage.	125 Mittel.		

e
Mal

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Juli 30 – 3 Aug.	18·1
4 – 8. „	16·7
9 – 13 „	17·0
14 – 18 „	24·5
19 – 23. „	23·0
24 – 28 „	19·1
29 – 2. Sept.	18·9

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	128 cm. am 11. 12. 24.
Niedrigster Wasserstand des Mains	122 cm. am 3. 17. 18. 19. 20.

un
de

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

6	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. .	. . .	. . .	124	. . . .	1
. .	. . .	. . .	122	. . . .	2
1 . .	. . .	. . .	126	. . . .	3
1 . .	. . .	. . .	126	. . . .	4
. .	. . .	. . .	128	. . . .	5
1 . .	. . .	. . .	128	. . . .	6
1 . .	. . .	. . .	128	. . . .	7
1 . .	. . .	. . .	126	. . . .	8
1 . .	. . .	. . .	126	. . . .	9
1 . .	. . .	. . .	120	. . . .	10
. .	. . .	. . .	120	. . . .	11
1 . .	. . .	. . .	120	. . . .	12
. .	. . .	. . .	120	. . . .	13
. .	. . .	. . .	120	. . . .	14
. .	. . .	. . .	120	T° 1¾ - 2¼ p.	15
1 . .	. . .	. . .	124	. . . .	16
. .	. . .	. . .	124	T 3¾ - 4¼ p.	17
. .	. . .	. . .	124	. . . .	18
. .	. . .	. . .	125	. . . .	19
. .	. . .	. .	125	. . . .	20
1 . .	. . .	. . .	125	↯ 9¼ - 11¼ p.	21
1 . .	. . .	. . .	118	. . . .	22
. .	. . .	. . .	120	. . . .	23
. .	. . .	. . .	120	. . . .	24
1 . .	. . .	. . .	122	. . . .	25
. .	. . .	. . .	116	. . . .	26
. .	. . .	. . .	124	. . . .	27
1 . .	. . .	. . .	124	T 7 - 8½ p.	28
. .	. . .	. . .	124	. . . .	29
. .	. . .	. . .	122	. . . .	30
	. . .	. . .			
	. . .	0 Tage.	123 Mittel.		

Zah

Mal
"
"
"
"

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Sept. 3 - 7.	12·6
„ 8 - 12	12·6
„ 13 - 17.	16·6
„ 18 - 22.	15·2
„ 23 - 27	13·9
„ 28 - 2. Oct.	14·1

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	128 cm. am 5. 6. 7.
Niedrigster Wasserstand des Mains	116 cm. am 26.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
. . . .	. . .	. . .	118	T 5½ - 7¾ p.	1
. . . .	. . .	. .	120	. . . .	2
. . . .	. . .	. . .	127	T 12¾ - 1¼ p, 3·28 p 1× Donner . .	3
. . . .	. . .	. . .	120	. . . .	4
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	5
. . . .	. . .	. . .	122	⌒ 6-9 p.	6
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	7
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	8
1 r 6-9 p.	. .	. . .	122	. . . .	9
derholt.	. . .	. . .	122	. . . .	10
1 . . .	. . .	. . .	126	. . . .	11
1 . . .	. . .	. . .	126	. . . .	12
1 . . .	. . .	. . .	122	. . . .	13
1 . . .	. . .	. . .	124	. . . .	14
1 . . .	. . .	. . .	124	. . . .	15
1 . . .	. . .	. . .	122	. . . .	16
1 . . .	. . .	. . .	122	. . . .	17
1 . . .	. . .	. . .	126	. . . .	18
1 . . .	. . .	. . .	126	. . . .	19
2 . . .	. . .	. . .	128	. . . .	20
2 . . .	. . .	. . .	128	. . . .	21
2 . . .	. . .	. . .	124	. . . .	22
2 ½ - 1 p	. . .	. . .	122	. . . .	23
2 . . .	. . .	. . .	125	. . . .	24
2 . . .	. . .	. . .	125	. . . .	25
2 . . .	. . .	. . .	125	. . . .	26
2 . . .	. . .	. . .	126	. . . .	27
2 . . .	. . .	. . .	126	. . . .	28
2 . . .	. . .	. . .	126	. . . .	29
3 . . .	. . .	. . .	128	. . . .	30
3 . . .	. . .	. . .	128	. . . .	31
Mona mit	. . .	0 Tage.	124 Mittel.		

e
Mal
l

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Oct. 3 - 7	11·8
„ 8 - 12.	9·2
„ 13 - 17	9·3
„ 18 - 22	3·8
„ 23 - 27.	2·9
„ 28 - 1 Nov.	9·3

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	128 cm. am 20. 21. 30. 31.
Niedrigster Wasserstand des Mains	118 cm. am 1.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

B… ganz … ganz … 9h a	2h	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
3		. . .	. . .	130		1
10		. . .	. . .	128		2
10		. . .	. .	126		3
10		. . .	. . .	125		4
1		. . .	. . .	127		5
8		. . .	. . .	127		6
10		. . .	. . .	127		7
10		. . .	. . .	126		8
10		. . .	. . .	126		9
10		. . .	. . .	125		10
10		. . .	. . .	125		11
10		. . .	. . .	125		12
10		. . .	. . .	124		13
10		. . .	. . .	120		14
10		. . .	. . .	122		15
10		. . .	. . .	124		16
10		. . .	. . .	124		17
10		. . .	. . .	122		18
10		. . .	. . .	124		19
3		. . .	. . .	124		20
10		. . .	. . .	122		21
10		. . .	. . .	122		22
0		. . .	. . .	121	∞ a.	23
10		. . .	. . .	120		24
10		. . .	. . .	120		25
0		. . .	. . .	120		26
3		. . .	. . .	121		27
10		. . .	. . .	121		28
10		. . .	. . .	124		29
10		. . .	. . .	122		30
		. . .	. . .			
8		. . .	0 Tage.	124 Mittel.		

…hl der

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Nov. 2 - 6.	7·9
„ 7 - 11.	7·0
„ 12 - 16	6·4
„ 17 - 21.	3·9
„ 22 - 26	0·0
„ 27 - 1. Dec	1·4

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	130 cm. am 1.
Niedrigster Wasserstand des Mains	120 cm. am 14. 24. 25. 26.

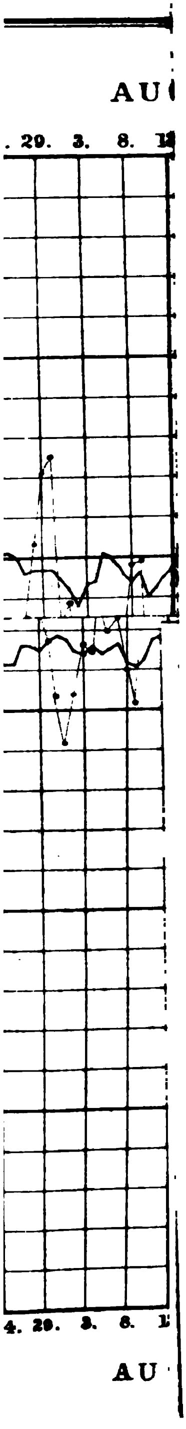
Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Datum	Schneehöhe 9 h a cm	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
1	...	...	125	. . . .	1
2	...	...	125	. . . .	2
3	...	...	126	. . . .	3
4	...	...	126	. . . .	4
5	0	...	127	. . . .	5
6	0	...	122	. . . .	6
7	0	...	6	Unter 0 Punkt. Nadelwehr umgelegt	7
8	1	...	6	. . . .	8
9	1	...	6	. . . .	9
10	8	...	2	. . . .	10
11	7	...	3	. . . .	11
12	7	...	3	. . . .	12
13	0	...	1	Ueber 0 Punkt	13
14	...	...	28	. . . .	14
15	...	...	38	. . . .	15
16	...	...	20	. . . .	16
17	...	...	116	Nadelwehr aufgestellt	17
18	...	...	116	. . . .	18
19	...	...	124	. . . .	19
20	...	...	128	. . . .	20
21	...	...	130	. . . .	21
22	...	...	124	. . . .	22
23	...	...	122	. . . .	23
24	...	...	114	. . . .	24
25	...	...	10	Nadelwehr umgelegt	25
26	...	...	8	. . . .	26
27	...	...	8	. . . .	27
28	...	...	8	. . . .	28
29	...	...	0	Punkt	29
30	...	...	31	Unter 0 Punkt	30
31	...	...	10	Unter 0 Punkt	31
	...	0 Tage.	57 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Dec. 2 – 6	0·3
„ 7 – 11.	—2·0
„ 12 – 16	3·8
„ 17 – 21.	0·3
„ 22 – 26.	—4·4
„ 27 – 31	—4·7

Höchste beobachtete Schneedecke	8 cm. am 10.
Höchster Wasserstand des Mains	130 cm. am 21.
Niedrigster Wasserstand des Mains	31 cm. unter 0 Punkt am 30.


AU
. 29. 3. 8. 1
4. 29. 3. 8. 1
AU

Jahresbericht

des

Physikalischen Vereins

zu

Frankfurt am Main

für das Rechnungsjahr

1892—1893.

Frankfurt am Main.

C. Naumann's Druckerei.

1894.

Vereinsnachrichten.

Mitglieder.

Der Physikalische Verein zählte im Vereinsjahr 1891/92 510 Mitglieder. Von diesen sind im verflossenen Vereinsjahr 51 ausgetreten und verstorben, dagegen 9 eingetreten, so dass dem Verein im Rechnungsjahr 1892/93 469 Mitglieder angehörten. Die Namen derselben sind gegenwärtig die folgenden:

* Mitglieder des Gesammtvorstandes.

Herr Adler-Stiebel, Moritz, Bankier.
„ Albert, E.
„ Alfermann, Felix, Apotheker.
„ Alt, Johannes.
„ Alten, Heinrich.
„ Althen, Wilhelm.
„ Ambrosius, Johann,
„ André, C. A., Musikalienverleger.
„ Andreae, Albert.
„ Andreae, Hermann, Bankdirector.
„ Andreae, Hugo, Director.
„ Andreae, J. M.
„ Andreae, Richard, Bankier.
„ Andreae-von Harnier, A.
„ Andreae-von Neufville, Albert.
„ Andreae-Passavant, J., Bankdirector.
„ Ascher, Julius, Dr. med., Augenarzt
„ Askenasy, Alexander, Ingenieur.
„ Auerbach, Sigmund, Dr. med.
„ Auerbach, Th., Dr. jur., Assessor.
„ Auffarth, F. B.
„ Baer, Joseph.
„ Baer, Max, Bankier.
„ Baerwindt, Franz, Dr. med.
„ * de Bary, J., Dr. med.
„ Bauer, L., Consul.
„ Baumann, C.
„ Baunach, Wilhelm.
„ Baunach, Victor.
„ Bartelt, Carl, Fabrikant.

Herr Bechhold, J. H., Dr. phil.
„ Beck, Heinrich.
„ Becker, Carl, Consul.
„ Becker, Heinrich, Dr. phil.
„ Beer, Sondheimer & Co.
„ Begas, Paul, Ingenieur.
„ Belli, Ludwig, Dr. phil.
„ Berger, Joseph, Dr. phil.
„ Berlé, Carl.
„ Bertholdt, Th.
„ von Bethmann, S. M., Freiherr.
„ Beutel, Ferdinand, Stadtbaurath.
„ Beyerbach, Carl, Fabrikant.
„ Bier, Max.
„ Binding, Carl.
„ Binding, Conrad.
„ Bleicher, Heinrich, Dr. phil.
„ Blum, J., Oberlehrer.
„ Blumenthal, Adolf.
„ Blumenthal, Ernst, Dr. med.
„ Blust, Emil, Fabrikant.
„ Bock, Heinrich.
„ Bockenheimer, J., Dr. med., Sanitätsrath.
„ * Bode, Paul, Dr. phil., Oberlehrer.
„ Boettger, Bruno.
„ Boettger, Hugo.
„ Bolongaro, C. M.
„ Bonn, M. B.
„ * Bonn, Ph. B., Bankier.

Herr Bonn, Wilhelm, Bankier.
" Braun, Wunibald, Fabrikant.
" Braunfels, Otto, Consul.
" Braunschweig, Emil.
" Brentano, Louis, Dr. jur.
" Bruger, Theodor, Dr. phil.
" von Brüning, S., Höchst a. M.
" Büttel, Wilhelm.
" Bulling, O., Maschinenmeister.
" Cahn, Heinrich.
" Cahn, Julius.
" Clemm, Carl, Apotheker.
" Cnyrim, V., Dr. med.
" Collin, Adalbert.
" Cronenberger, B.
" Cunze, Dietrich, Dr. phil., Fabrikbesitzer.
" Dann, Leopold.
" Daube, Gottfried.
" Degener, Carl, Dr. phil., Zahnarzt.
" Deichler, Christian, Dr. med.
" Deninger, Carl, Lorsbach i. Taunus.
" Diehl, Josef, Dr. jur., Justizrath.
" Dietze, Hermann, Director.
" Dill, Louis, Ingenieur.
" Dobriner, Hermann, Dr. phil.
" Doctor, Adolf.
" Dörr, G. Ch.
" Dondorf, Bernhard.
" Dondorf, Paul.
" Donner, Ch. P.
" Drexel, H. Theodor.
" Dreyfus, I., Bankier.
" Drory, William, Director.
" Du-Bois, August.
" Ebenau, Friedrich, Dr. med.
" Edelmann, Bernhard.
" Edinger, Ludwig, Dr. med.
" Ellinger, Alex, Dr.
" * Ellinger, Leo.
" Emmerich, Ernst, Mechaniker.
" * Engelhard, Carl, Apotheker.
" Epstein, Theobald, Dr. phil.
" Epting, Max, Höchst a. M.
" Erhardt & Metzger, Darmstadt.
" von Erlanger, L. G. F., Baron.
" Eurich, Heinrich, Dr. phil.
" Eyssen, Remy.
" Feist, J. J., Dr. jur.
" Feist-Belmont, Carl.
" Fellner, J. C., Ingenieur.
" Fikentscher, Friedrich.
" Fink, E., Dr., Oberlehrer.
" Flersheim, Albert.
" Flersheim, Robert.
" Flesch, Max, Dr. med.

Herr Follenius, Otto, Dr. phil., Director, Hattersheim.
" Franc v. Liechtenstein, Richard, Ingenieur.
" Franck, Ernst, Fabrikdirector.
" Frank, H., Apotheker.
" Freyeisen, H. P.
" * Fresenius, Philipp, Dr. phil., Apoth.
" Fridberg, Robert, Dr. med.
" Fries-Dondorf, Jacob, Ingenieur.
" Fries, Sohn, J. S.
" * von Fritzsche, Theodor, Dr. phil., Fabrikbesitzer.
" Fuld, Salomon, Dr. jur., Justizrath.
" Fulda, Carl.
" Gans, Adolf.
" Gans, Leo, Dr. phil.
" Gerhardt, Eduard.
" Gerson, Jacob, General-Consul.
" Gies, Ernst H., Lehrer, Bockenheim.
" Gloeckler, Alexander, Dr. med.
" Goeckel, Ludwig, Director.
" Goldschmid, J. Eduard.
" Goldschmidt, Adolf B. H., Commerzienrath.
" Goldschmidt, Moritz B., Bankier.
" Gotthilf, Max, Apotheker.
" Gottschalk, Josef, Dr. med.
" Graef, Carl.
" Grandhomme, Wilhelm, Dr. med. Sanitätsrath.
" Graubner, Carl, Höchst a. M.
" Grimm, Heinrich.
" Grüder, Ludwig.
" Grünewald, August, Dr. med.
" Grund, Wilhelm, Dr. phil.
" Grunelius, Adolf.
" Grunelius, Carl.
" Grunelius, Eduard.
" von Guaita, Max, Commerzienrath.
" von Günderode, C., Dr. phil., Frhr.
" Gutzkow, Hermann.
" Haeberlin, E. J., Dr. jur., Rechtsanwalt.
" Haeffner, Adolf.
" Hahn, Adolf L. A.
" Hahn, Louis Alfred.
" Hahn, Moritz L. A.
" Hallgarten, Dr. phil.
" Hallgarten, Charles.
" Hallgarten, Fritz.
" Hanau, Heinrich Anton.
" * Hartmann, Eugen, Ingenieur.
" von Harnier, Adolf, Dr., Justizrat
" von Harnier, Eduard.
" Hasslacher, Franz, Patentanwalt.

Herr Hauck, Otto.
„ Heerdt, Rudolf.
„ Heimpel, Carl, Ingenieur.
„ Heineken, Frédéric, Stadtrath.
„ Heinz, Otto.
„ Henrich, Carl Friedrich.
„ Heräus, H., Hanau.
„ Herold, Rudolf.
„ Hess, August, Apotheker.
„ Hesse, Theodor, Fabrikant.
„ von Heyder, Georg.
„ von Heyden, Lucas, Dr. phil., Major, Bockenheim.
„ Heymann, Ernst.
„ Hilf, Philipp.
„ Hilger, Hermann, Aichmeister.
„ Hirsch, Ferdinand.
„ Hirschberg, Max, Dr. med.
„ Hirschvogel, M.
„ Hochschild, Zachary, Director.
„ Höchberg, Otto, Bankier.
„ Höser, Th.
„ Hoff, Carl.
„ Hohenemser, Wilhelm, Bankier.
„ Holthof, Ludwig, Dr.
„ von Holzhausen, Georg, Freiherr.
„ Holzmann, Philipp, Ingenieur.
„ Holzmann, Wilhelm, Ingenieur.
„ Homeyer, Franz, Dr. phil., Apotheker.
„ Horkheimer, Anton, Stadtrath.
„ Horstmann, Georg.
„ von Hoven, Franz.
„ Hüttenbach, Adolf.
„ Hunn, Apollinar, Bockenheim.
„ Jäger, Fritz.
„ Jäger, Julius.
„ Jaffé, Th., Dr. med.
„ Jassoy, August, Dr. phil., Apotheker.
„ * Jassoy, Ludwig Wilhelm, Apotheker
„ Jeidels, J. H.
„ Jilke, Theodor, Dr. phil.
„ Jügel, Franz.
„ Jung, G.
„ Jung, H.
„ Jung, Lehrer.
„ Jungé, Adolf.
„ Kaefer, C., Bockenheim.
„ Kahn, Ernst, Dr. med.
„ Kahn, Hermann, Bankier.
„ Kahn, Leopold.
„ Katz, Hermann.
„ Kaufmann, J. S.
„ Kayser, Eduard.
„ Kayser, Herm.
„ Keller, Adolf, Bockenheim.
„ Keller, Carl.

Herr Keller, Heinrich.
„ Kessler, Hugo.
„ Kiesewetter, Gustav.
„ v. Kilian, Adolf.
„ Kirberger, Emil, Dr. med.
„ Kirchheim, Simon, Dr. med.
„ Klein, Nicolaus.
„ * Klein-Hoff, Jacob Philipp.
„ Kleyer, Heinrich, Fabrikant.
„ Klieneberger, Carl.
„ Klimsch, Carl.
„ Klimsch, Eugen, Professor.
„ Klinkert, Georg.
„ * Knopf, Ludwig, Dr. jur., Stadtrath.
„ Koch, M. W., Bankier.
„ Köhler, H.
„ Kohn, Carl, Director.
„ Kohn-Speyer, E.
„ Kohn-Speyer, Sigismund.
„ Kotzenberg, Gustav.
„ Küchler, Eduard.
„ Kühn, Johannes.
„ Küllmer, Theophil, Director, Höchst.
„ Kugler, Adolf.
„ Lachmann, Bernhard, Dr. med.
„ Ladenburg, August, Bankier.
„ Ladenburg, Emil, Geh. Cmrz.-Rath.
„ Lämmerhirt, Carl, Director.
„ Lahmeyer, Wilhelm, Fabrikbesitzer.
„ Landauer, G. Friedrich, Fabrikant.
„ Langeloth, J. L., Ingenieur.
„ Laquer, Leopold, Dr. med.
„ Lattmann, Otto.
„ Laubenheimer, August, Dr. phil., Professor, Höchst.
„ Lehmann, Leo, Privatier.
„ Leisewitz, Gilbert, Fabrikant, Bockenheim.
„ Lepsius, Bernhard, Dr. phil., Dir., Griesheim.
„ Leuchs-Mack, Ferdinand, Fabrikbes.
„ * Libbertz, Arnold, Dr. med., Sanitätsr.
„ Lindheimer, Ludwig, Dr. jur.
„ Lindley, W., Stadtbaurath.
„ Lion, Franz, Director.
„ Loeb, Michael, Dr. med.
„ Lohberg, Paul, Dr. phil., Höchst.
„ Löwe, J., Dr.
„ * Lucius, Eugen, Dr. phil.
„ Mahr, Georg.
„ Mainz, L.
„ Mandelbaum, Joseph.
„ Marburg, Adolf.
„ Marburg, Rudolf, Michelstadt i. O.
„ Marx, Anton, Ingenieur.
„ Massenbach, Hermann, Ingenieur.

Herr Matti, J. J. A., Dr. jur.
„ May, Franz, Dr. phil.
„ May, Martin, sen.
„ May, Martin, jun.
„ May, Oskar, Dr. phil., Ingenieur.
„ Mayer, Julius.
„ Mayer, Ludo, Fabrikant.
„ Meister, Wilhelm.
„ Meixner, Richard.
„ Melcher, Heinrich.
„ Merton, William.
„ Merton, Z.
„ Metzler, Carl.
„ Metzler, Albert, Stadtrath.
„ Metzler, W.
„ Meyer, Hermann.
„ Meyer, Jacob, Dr. phil.
„ Minjon, H. J.
„ Modera, F.
„ Möhring, Hermann, Ingenieur.
„ Mössinger, Victor.
„ Moldenhauer, C.
„ Mouson, Daniel, Fabrikant.
„ Müller, Carl, Dr. phil.
„ Müller, Fr., Provisor.
„ Mumm v. Schwarzenstein, Hermann.
„ Neidlinger, Friedrich.
„ Nestle, Richard.
„ Nestle, Richard.
„ Netto, Curt, Professor.
„ Neubert, W. Ludwig, Zahnarzt.
„ Neubürger, Otto, Dr. med.
„ von Neufville, Alfred, Bankier.
„ * von Neufville, Otto, Bankier.
„ Noebe, Louis, Homburg v. d. H.
„ Nördlinger, Hugo, Dr. phil.
„ Noll, Ferd., Bockenheim.
„ Nonne, August, Apotheker.
„ Oehler, Eduard, Geh. Commerzienr., Offenbach a. M.
„ Oehler, Rudolf, Dr. med.
„ Opificius, Louis.
„ Oppel, H., Bockenheim.
„ Oppenheim, Leo.
„ Oppenheim, Moritz.
„ Oppenheimer, Michael.
„ Oppenheimer, Oskar, Dr. med.
„ Osborn, H.
„ Osterrieth, Eduard.
„ Osterrieth-Laurin, August.
„ Oswalt, Henry, Dr. jur.
„ Pauli, Philipp, Dr. phil., Dir., Höchst.
„ Peschel, A., Ingenieur.
„ Peipers, G. Friedrich.
„ Pertsch, Ferd. Adolf.
„ Peters, Hans, Zahnarzt.

Herr * Petersen, Theodor, Dr. phil.
„ Petsch-Goll, J. Ph., Geh. Cmrz.-Rath.
„ Pfeiffer, Eugen.
„ Pfeiffer, Theodor.
„ Pfungst, Arthur, Dr. phil.
„ Pfungst, Julius, Fabrikant.
„ Pichler, Heinrich, Ingenieur.
„ Pokorny, Ludwig, Bockenheim.
„ Pollak, C.
„ Popp, Georg, Dr. phil.
„ Poppelbaum, H.
„ Posen, Eduard, Dr. phil.
„ Posen, J.
„ Puls, Otto, Syndicus der Handelskammer, k. rumän. Generalconsul.
„ Quilling, Friedrich.
„ Raab, Alfred, Dr. phil., Apotheker.
„ Rabe, Otto.
„ Rademacher, E.
„ Rademann, O., Fabrikdir., Bockenh.
„ vom Rath, Walther, Assessor.
„ Ravenstein, Simon.
„ Reck, August, Oberrossarzt, Bockenh.
„ Rehn, Heinrich, Dr. med.
„ Reichard, August.
„ Reichard-Frey, Gottlob.
„ * Reichard-d'Orville, Georg.
„ Reinhardt, Wilhelm, Dr. phil.
„ Reiss, Paul, Rechtsanwalt.
„ Reitz & Köhler, Buchhandlung.
„ Rennau, O.
„ Renner, Friedrich.
„ Ricard-Abenheimer, Louis.
„ Richard, Ferdinand.
„ Richters, F., Professor, Dr. phil.
„ de Ridder, A.
„ Riesse, Alfred.
„ Rikoff, J. B.
„ Risdorf, Charles.
„ Risse, Hugo.
„ Rödiger, Ernst, Dr. med.
„ Rödiger, Paul, Dr. jur., Director.
„ Rössler, Carl, Dr. phil.
„ * Rössler, Hector, Director.
„ * Rössler, Hch., Dr. phil., Director.
„ Roos, Israel, Dr. phil.
„ Rosenberger, Ferd., Dr. phil., Prof.
„ Rosenstein, Leo, Dr. jur.
„ Rosenthal, Paul.
„ Roth, Eduard, Techniker.
„ Roth, Georg.
„ Roth, Heinrich.
„ von Rothschild, W., Freiherr.
„ Rudolf, Heinrich.
„ Rüdiger, A., Dr. phil., Apotheker, Homburg v. d. H.

Herr Rumpf, Gustav, Dr phil.
" Ruoff, Georg, Dr. phil.
" Salomon, Bernhard, Professor.
" Sauerländer, Robert, Buchhändler.
" Sauerwein, Carl.
" Schäfer, F.
" Scharff, Alexander, Geh. Cmrz.-Rath.
" Scharff, Julius, Director.
" Scherlenzky, A., Dr. jur., Justizrath.
" Schiele, Adolf.
" Schiele, Ludwig, Ingenieur.
" Schiele, Simon, Director.
" Schiff, L.
" Schlesicky, Emil.
" Schleussner, C., Dr. phil.
" Schleussner, Carl, Dr. phil.
" Schmeck, Heinrich.
" Schmidt, Leopold.
" Schmidt-Günther, Gustav, Ingenieur.
" Schmidt-Metzler, Moritz, Dr. med., Sanitätsrath, Professor.
" Schmidt-Polex, Edgar.
" Schmölder, P. A.
" * Schnapper, J. H.
" * Schneider, A., Director.
" Schneider, J.
" Schöffer, W., Director, Gelnhausen.
" * Schütz, H., Dr. phil., Oberlehrer.
" Schuster, Bernhard.
" Schwarzschild, F.
" Schwarzschild, M.
" Scriba, Ludwig, Fabrikant, Höchst.
" Seestern-Pauly, Georg.
" Seuffert, Theodor, Dr. med.
" Siebert, August.
" Siesmayer, Philipp, Bockenheim.
" Sittig, Eduard, Lehrer.
" Sommerhoff, Louis.
" Sondheimer, A.
" Sonnemann, Leopold.
" Sonntag, K., Prof. Dr., Bockenheim.
" Speyer, Georg, Bankier.
" Speier, L.
" Spiess, A., Dr. med., Sanitätsrath.
" Spohr, H. Christian.
" Stahl, Adolf, Eisenb.-Bur.-Assistent.
" Stahl, Carl, Dr. med.
" Staudt, Franz.
" Steffan, Philipp, Dr. med.

Herr Stelz, Professor.
" Steinkauler, Theodor, Dr. phil.
" Stephani, Carl, Dr. phil.
" Stern, R., Dr. med.
" Stern, Th., Bankier.
" Stiebel, Carl.
" Stilling, Theodor.
" Stoessel, Eduard.
" Stockhausen, Johann.
" Stoltze, Friedrich.
" Storck, Carl Th.
" Strauss, O.
" Stroof, Jgnaz, Director.
" Süskind, Julius.
" Sulzbach, Carl, Dr. jur.
Tiefbauamt.
" Töplitz, Julius.
" Trier, Theodor.
" Ullmann, Eugen, Bankier.
" Una, Siegmund, Bankier.
" Valentin, Ludwig.
" von den Velden, Reinhard, Dr. med.
" Vogt, Ludwig, Director a. D.
" Vogtherr, Hermann.
" Vohsen, Carl, Dr. med.
" Voigt, H., Ingenieur, Bockenheim.
" Wach, Josef, Ingenieur, Höchst.
" Warburg, Felix.
" Weber, Andreas.
" Weckerling, F., Fabrikant.
" Weckerling, H.
" Weigert, Carl, Dr. med., Professor.
" Weiller, J.
" Weinmann, A., Inspector.
" Weller, Albert, Dr. phil., Director.
" Wertheim, Josef, Fabrikant.
" Wertheimber, Emanuel, Bankier.
" Wertheimber, Louis, Bankier.
" Wertheimer, Alfred.
" Wetzlar, Emil, Bankier.
" Wirsing, Friedrich.
" * Wirsing, Paul, Dr. med.
" Wirth, Franz.
" Wöll, Wilhelm.
" Wolf, Ernst.
" Wüstefeld, J., Apotheker.
" Zehfuss, G., Dr. phil., Professor.
" * Ziegler, Julius, Dr. phil.
" Zint, Wilhelm, Gymnasiallehrer.

Ehren-Mitglieder.

Herr Prof. Dr. Abbe in Jena.
" Prof. A. v. Baeyer in München.
" Prof. Dr. Becquerel in Paris.
" Prof. Dr. Wilhelm von Bezold, Geh. Reg.-Rath, Director des kgl. meteorol Institutes in Berlin.
" Senator Professor Francesco Brioschi in Mailand.
" Prof. Dr. A. Buchner in München.
" Wirkl. Geh. Rath Professor Dr. Robert Bunsen Exc. in Heidelberg.
" Prof. Dr. E. Erlenmeyer in Aschaffenburg.
" Professor Galileo Ferraris in Turin.
" Prof. Dr. Emil Fischer in Berlin.
" Prof. Dr. R. Fittig in Strassburg i. E.
" Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Förster, Director der k. Sternwarte in Berlin.
" Geh. Hofrath Prof. Dr. Fresenius in Wiesbaden.
" Prof. Dr. F. Goppelsroeder in Mülhausen i. E.
" Prof. Dr. Carl Gräbe in Genf.
" Prof. Dr. S. Günther in München.
" Geh. Hofrath Prof. Dr. Hankel in Leipzig.
" Hofrath Professor Dr. Julius Hann, Director der k. k. Centralanst. f. Met. u. Erdmagn. in Wien, Hohe Warte.
" Wirkl. Geh. Rath Prof. Dr. H. von Helmholtz Exc. in Berlin.
" Prof. Dr. Gustav Hellmann, Oberbeamter des k. met. Inst. in Berlin.

Herr Professor Dr. H. Hertz in Bonn.*)
" Professor Dr. J. H. van t'Hoff in Amsterdam.
" Hermann Honegger in Orotava auf Teneriffa.
" Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. A. Kekulé in Bonn.
" Geh. Hofrath Prof. Dr. E. Kittler in Darmstadt.
" Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Knoblauch in Halle.
" Geh. Med.-Rath Prof. Dr. med. Robert Koch in Berlin.
" Prof. Dr. Friedrich Kohlrausch in Strassburg i. E.
" Professor Dr. W. Kohlrausch in Hannover.
" Prof. Dr. W. Koeppen in Hamburg, Seewarte.
" Prof. Dr. A. Kundt in Berlin.**)
" Geh. Regier.-Rath Prof. Dr. Landolt in Berlin.
" Prof. Dr. Lenz, Mitglied der kais. russ. Akademie in St. Petersburg
" Prof. Dr. C. Liebermann in Berlin
" Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Limpricht in Greifswald.
" Dr. J. Löwe dahier.
" Prof. Dr. E. Mach in Prag.
" Prof. Dr. F. Melde in Marburg
" Prof. Dr. Mendelejeff in St. Petersburg.
" Prof. Dr. Lothar Meyer in Tübingen.

---

*) Gestorben 1. Januar 1894.

**) Gestorben 21. Mai 1894.

Herr Geh. Rath Prof. Dr. V. Meyer in Heidelberg.
„ Staats- und Finanzminister Dr. J. Miquel, Exc. in Berlin.
„ Prof. Dr. H. Mohn, Director der k. norweg. meteorol. Centralanstalt in Christiania.
„ Prof. Dr. Mulder in Utrecht.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Neumann in Königsberg.
„ Prof. Dr. G. Neumayer, wirkl. Geh. Adm.-Rath u. Director der Deutschen Seewarte in Hamburg.
„ Prof. Dr. L. F. Nilson in Stockholm.
„ Prof. Dr. J. J. Oppel dahier.*)
„ Professor Dr. W. Ostwald in Leipzig.
„ Geheimrath Prof. Dr. M. v. Pettenkofer in München.
„ Prof. Dr. O. Pettersson in Stockholm.
„ Prof. Dr. Raoul Pictet in Genf.
„ Prof. Dr. Rammelsberg in Berlin.
„ Albert v. Reinach dahier.
„ Prof. Dr. Theodor Richter in Freiberg in Sachsen.
„ Prof. H. E. Roscoe in Manchester.
„ Prof. Dr. v. Sandberger in Würzburg.

Herr Prof. Dr. Hugo Schiff in Florenz.
„ Prof. Dr. W. Staedel in Darmstadt.
„ Prof. Dr. Stern in Zürich-Hotting.**)
„ Prof. Silvanus P. Thompson i. London.
„ Prof. Dr. Sir William Thomson in Manchester.
„ Prof. Dr. John Tyndall in London, Royal Institution.***)
„ Geh. Medicinalrath Prof. Dr. Virchow in Berlin.
„ Prof. Dr. H. W. Vogel in Berlin.
„ Dr. G. H. Otto Volger in Soden a. T.
„ Prof. Dr. Volhard in Halle.
„ Prof. Dr. J. G. Wallentin in Wien.
„ Reg.-Rath Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Wien.
„ Hofrath Prof. Dr. Wiedemann in Leipzig.
„ Prof. Dr. V. Wietlisbach in Bern.
„ Prof. und Akademiker Dr. Wild in St. Petersburg.
„ Oberbergrath Professor Dr. Clemens Winkler in Freiberg, Sachsen.
„ Prof. Dr. Wislicenus in Leipzig.
„ Prof. Dr. Wüllner in Aachen.

---

*) Gestorben 27. April 1894.
**) Gestorben 30. Januar 1894.
***) Gestorben 4. December 1893.

Vorstand.

Der Vorstand des Physikalischen Vereins bestand im Vereinsjahre 1892—93 aus den Herren:

Director Heinrich Rössler,
Dr. phil. Julius Ziegler,
Sanitätsrath Dr. med. A. Libbertz,
Director Alexander Schneider,
Dr. phil. Philipp Fresenius und
Dr. phil. Eugen Lucius.

Als Vorsitzender fungirte Herr Dr. Rössler, als Schriftführer Herr Dr. Libbertz und als Kassier Herr Director Schneider.

Im Laufe des Jahres fanden acht Vorstandssitzungen und eine Gesammtvorstandssitzung statt.

Generalversammlung.

Die ordentliche Generalversammlung des Vereinsjahres 1892/93 fand Samstag den 21. October 1893, Abends 7 Uhr, im grossen Hörsaal des Vereins unter dem Vorsitz des Herrn Dr. Rössler statt.

Nach dem von dem Vorsitzenden erstatteten Jahresbericht betrug die Zahl der Mitglieder zu Anfang des Vereinsjahres 486, am Schlusse desselben beträgt sie 457.

Von seinen Ehrenmitgliedern hat der Verein zwei der hervorragendsten verloren, den verdienstvollen Direktor der physikalisch-technischen Reichsanstalt in Berlin, Dr. Loewenherz, in dem er einen seiner besten Gönner betrauert, und den Stolz der deutschen Wissenschaft und Technik, den berühmten Elektrotechniker Dr. W. v. Siemens. In beiden Fällen hat es der Vorstand für angezeigt gehalten, sich bei dem Leichenbegängniss persönlich vertreten zu lassen, im ersten Falle durch Herrn Dr. Epstein, im anderen durch Herrn E. Hartmann.

Herrn Geheimrath v. Pettenkofer wurde zu seinem 50jährigen Doctorjubiläum ein Glückwunschschreiben gesandt und ebenso wurden dem Vorsitzenden der Dr. Senckenberg'schen Stiftungsadministration, Herrn Professor Dr. M. Schmidt-Metzler zu seinem 25jährigen Jubiläum als Mitglied der Administration die Glückwünsche des Vereins dargebracht.

Der Vorsitzende berichtet sodann über die wissenschaftliche Thätigkeit des Vereins. Durch den Eintritt des Herrn Professor König ist die wissenschaftliche Organisation des Instituts auf das Glücklichste vollendet und der Wunsch vieler Mitglieder, auch für die Wissenschaft, von der der Verein seinen Namen herleitet, einen Docenten zu besitzen, der ihm seine ganze Thätigkeit widmet, erfüllt. Neues Leben und neue Anregung sind dadurch dem Vereinsleben zugeführt worden und es erfreuten sich die Vorlesungen des Herrn Professor König, wie auch die der beiden anderen Herren Docenten, regen Besuches.

Der Vorstand, stets bemüht, weiteren Kreisen die Theilnahme an den Vereinsbestrebungen zu ermöglichen, hat auf Anregung der Herren Docenten beschlossen, für die hiesigen Lehrer ermässigte Bedingungen für die Arbeitsplätze in den Laboratorien eintreten zu lassen. Auch wird beabsichtigt, von Ostern ab regelmässige Ferienfortbildungskurse für hiesige und auswärtige Lehrer zu organisiren. Für beide Veranstaltungen hat uns das städtische Schulkuratorium seinen Dank ausgesprochen.

Die regelmässigen Vorlesungen des Vereins nahmen ihren gewohnten Fortgang. Zu den Mittwochvorträgen über Physik (Mechanik,

Wellenlehre und Akustik) wurden im Wintersemester 323, im Sommersemester 372 Schülerkarten ausgegeben, ausserdem erhielten einzelne Schüler Freikarten zu den Vorträgen über Chemie.

Im chemischen Laboratorium arbeiteten im Winter 8, im Sommer 12 Praktikanten. Dieser Zweig der Vereinsthätigkeit wird möglicherweise in der nächsten Zeit grössere Dimensionen annehmen, denn es ist gegründete Aussicht vorhanden, dass die städtischen Behörden eine amtliche chemische Untersuchungsstelle ins Leben rufen und deren Führung unserem Institut übertragen. Dasselbe würde dann ebensowohl von den Behörden selbst, als vom Publikum aus Untersuchungen zugewiesen erhalten.

Im Physikalischen Laboratorium arbeitete zum ersten Male ein Praktikant.

Die unter der Leitung des Herrn Dr. J. Epstein stehende Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt erfreute sich auch im verflossenen Jahre regen Lebens, wenn auch der Besuch der Schule durch die neue Concurrenz in Berlin und Chemnitz etwas zurückgegangen ist. Die Lehranstalt war im Winter von 11, im Sommer von 9 Schülern besucht. Für die Untersuchungsanstalt wurde ein Gebührentarif aufgestellt. Bei der bevorstehenden Errichtung des städtischen Elektricitätswerkes wird das Bestehen der Anstalt gewiss für die Behörden, wie für die Bürgerschaft von grossem Nutzen sein.

Die Meteorologischen Arbeiten des Vereins wurden wie seither fortgeführt.

Als städtische Subvention erhielt der Verein auch im verflossenen Jahre ausser den gewöhnlichen Mk. 3500 für die elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt Mk. 5000, wofür, gleichwie für andere Geschenke, verbindlichst gedankt wird. Leider aber ist uns der Staatsbeitrag von Mk. 2000 für die letztere gekündigt worden. Wenn auch die Möglichkeit vorhanden ist, dass es den Bemühungen des Vorstandes gelingen wird, die Subvention später wieder zu erhalten, so fehlt dieselbe doch im nächsten Jahre, und es werden dadurch die Schwierigkeiten, das Gleichgewicht in Einnahmen und Ausgaben zu erhalten, noch vergrössert.

Die Kassenrevisoren, die Herren J. Baer, L. Sonnemann und W. Braun, haben die vorgeschriebene Revision der Kasse und der Bücher vorgenommen und wurde auf Grund der vorliegenden Revisionsbescheinigung dem Vorstand die Decharge ertheilt.

Bei den statutenmässig vorzunehmenden Wahlen wurden an Stelle der aus dem Vorstand austretenden Herren Dr. Ph. Fresenius und Director A. Schneider die Herren Dr. P. Bode und L. Ellinger und zu Revisoren die Herren Director Andreae und Stadtrath A. Horkheimer gewählt. Schliesslich drückte Herr E. Hartmann dem Vorstande für seine Mühewaltung den Dank der Vereinsmitglieder aus.

Geschenke.

Geldgeschenke.

Herr M. Oppenheim dahier	*M.* 384.60
Chemische Gesellschaft dahier	„ 100.—
Metallgesellschaft und Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt dahier	„ 100.—
	M. 584.60

Bücher und Schriften.

a. Im Tauschverkehr.

Basel. Naturforschende Gesellschaft. — Verhandlungen. X. Band, 1. Heft.

Bamberg. Gewerbeverein. — Wochenschrift 1892

Bamberg. Naturforschende Gesellschaft. — XVI. Bericht 1893.

Berlin. Deutsche chemische Gesellschaft. — Berichte. XXV. Jahrgang, No. 20. XXVI. Jahrgang No. 1—19, XXVII. Jahrgang No. 1.

Berlin. Königl. Preussisches meteorologisches Institut. — Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1892. — Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen im Jahre 1891. — Ergebnisse der Beobachtungen in den Stationen 2. und 3. Ordnung. 1893.

Berlin. Zweigverein der Deutschen meteorologischen Gesellschaft. — Bericht über die Thätigkeit des Königl. preuss. meteorologischen Instituts 1891 und 1892.

Berlin. Königl. Akademie der Wissenschaften. — Sitzungsberichte 1892 41—55, 1893 1—38.

Braunschweig. Verein für Naturwissenschaft. — VI. Jahresbericht 1891/92.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. — Abhandlungen, 12. Band, 3. Heft.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur. — Literatur und Volkskunde der Provinz Schlesien. — 70. Jahresbericht 1892, 1. Heft.

Brünn. Naturforschender Verein. — Bericht der meteorologischen Commission pro 1890.

Budapest. Königl. Ungarische Akademie der Wissenschaften. — Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. XI. Bd., 1. Hälfte. — Almanach 1893. — Naturwissenschaftliche Abhandlungen, XXII. Band, 4—8, XXIII. Band, 1—2. — Mathemathische Abhandlungen, XV. Band, 2 und 3. — Rapport annuel de l'academie Hongroise des Sciences 1892.

Bukarest. Rumänisches meteorologisches Institut. — Analele institutalni meteorologic al Romanici 1890, Tom 17.

Bukarest. Societatii de Sciente Fizice Buletinul. Jahrgang I, No. 11 und 12, Jahrgang II, No. 1—10.

Chemnitz. Königl. Sächsisches meteorologisches Institut. — Jahrbuch 1892. — Niederschlagsverhältnisse der Jahre 1864—1890.

Chur. Naturforschende Gesellschaft Graubündens. — Jahresbericht, Neue Folge, XXXVI. Band. Vereinsjahr 1891/92 u. 1892/93.

Darmstadt. Verein für Erdkunde. — Notizblatt, 4. Folge, 13. Heft 1892.

Davos. Kur-Verein Davos-Platz. — Davoser Wetterkarte. 1893.

Dorpat. Meteorologisches Observatorium. — Meteorologische Beobachtungen im Jahre 1892.

Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis." — Sitzungsberichte und Abhandlungen, 1892 und 1893.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. — Bericht, 77. Jahrg. 1891/92.

Frankfurt a. M. Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. — Bericht 1893.

Frankfurt a. M. Verein für Geographie und Statistik. — Jahresbericht 1890/91 und 1891/92.

Frankfurt a. M. Handelskammer. — Jahresbericht 1892.

Frankfurt a. M. Städelsches Kunstinst. — XII. Jahresbericht 1893.

Frankfurt a. M. Elektrotechnische Rundschau. — X. Jahrgang 1893.

Frankfurt a. d. O. Naturwissenschaftlicher Verein. — Monatliche Mittheilungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. 10. Jahrg., No. 10—12, 11. Jahrg. No. 1—5.

Frankfurt a. d. O. Societatum litterae. — VII. Jahrgang. No 1—6.

Freiburg i. B. Naturforschende Gesellschaft. — Berichte. 7. Band, 1. und 2. Heft.

St. Gallen. Naturwisschaftliche Gesellschaft. — Jahresbericht 1890/91.

Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. — 29. Bericht.

Görlitz. Abhandlungen der Naturforsch. Gesellschaft. 20. Band, 1893.

Göttingen. Königl. Gesellschaft der Wissenschaften. — Nachrichten 1893, No. 1—14.

Graz. Verein der Aerzte in Steiermark. — Mittheilungen 1892. 29. Vereinsjahr.

Greifswald. Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen. — Mittheilungen 1892. 24. Jahrgang.

Halle. Kaiserl. Leopold.-Carolin.-Akademie der Naturforscher. — Leopoldina 1893. 29. Heft, No. 1—14.

Hamburg. Deutsche Seewarte. — Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte, XV. Jahrg. 1892. — Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen, Jahrg. XIV, 1892.

Harlem. Société hollandaise des Sciences. — Archives néerlandaises des Sciences exactes et nat. Tome XXVI, 4.—5. Lieferung, Tome XXVII, 1.—3. Lieferung.

Heidelberg. Naturhistorisch-medicin. Verein. — Verhandlungen, neue Folge, 5. Band, 1. Heft.

Hermannstadt. Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaft. — Verhandlungen und Mittheilungen, 42. Jahrgang, 1892.

Innsbruck. Naturwissenschaftlich-medicinischer Verein. — Berichte. 20. Jahrgang. 1891/92.

Karlsruhe. Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie. — Jahresbericht. — Beiträge zur Hydrographie des Grossherzogthums Baden, 8. Heft. Jahrgang 1892.

Kassel. Verein für Naturkunde. — Bericht über das Vereinsjahr 1891/92.

Kiel. Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein. — Berichte, 10. Band, 1892, 1. Heft.

Klagenfurt. Naturhistorisches Landesmuseum von Kärnten. — Jahrbuch. 39. und 40. Jahrgang, 22. Heft.

Klausenburg. Siebenbürgischer Museums-Verein. — Bericht XVII, 1892, 1. und 2. Heft.

Leipzig. Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaft., math.-phys. Classe. — Berichte 1893, 1—6.

Lüneburg. Naturwissenschaftlicher Verein. — Jahresb. 1890—1892.

London. Royal society. — Report of the meteorol. Council, 1891/92.

Luxemburg. Institut Grand Ducal. — Publications Tome XXII. 1893.

Magdeburg. Naturwissenschaftlicher Verein. — Jahresberichte und Abhandlungen. 1892.

Manchester. Literary and Philosophical Society. — Memoirs and Proceedings, Vol. VI. u. Vol. VII, No. 1—3.

Mexico. Sociedad cientifica Antonio Alzate. — Memoiras y Revista, Tomo VI, 1892/93, No. 1—12, Tomo VII, 1893/94, No. 1 und 2.

Moskau. Société impériale des Naturalistes. — Bulletin No. 3—4, 1892 und No. 1—3, 1893.

München. Königl. Academie der Wissenschaften, math.-phys. Classe. — Bericht 1893, 1.—3. Heft.

New-York. American geographic. Society. — Bullet. 1892, No. 4, Vol. XXIV. 1893, No. 1—5, Vol. XXV.

Ohio. Meteorological Bureau. — Report 1893.

Prag. Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. — Abhandlungen VIII, 5. Jahresbericht 1892. Sitzungsberichte 1892.

Prag. K. Königl. Sternwarte. — Astronomische Beobachtungen der Jahre 1888 bis 1891.

Prag. Verein Casopis. — Bericht 1891, 22. Jahrgang, 1.—5. Heft.

Strassburg i. Elsass. Centralstelle des meteorolog. Landesdienstes. — Ergebnisse der meteorolog. Beobachtungen im Reichsland Elsass-Lothringen 1892.

Stockholm. Kongl. Svenska Vetenskaps Akademiens. — Karl Wilhelm Scheele.

Thorn. Copernikus-Verein. — Mittheilungen, 8. Heft, 1893.

Tiflis. Physikal. Observatorium. — Beobachtungen der Temperatur 1886/87. Meteorolog. Beob. 1891. Magnet. Beob. 1891.

Tokio, Japan. Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. — Mittheilungen, Band VI, 51 und 52. Heft 1893.

Wien. Kaiserl. Königl. Geologische Reichsanstalt. — Verhandlungen, No. 15—18, 1892, No. 1—14, 1893.

Wien. Kaiserl. Academie der Wissenschaften. — Sitzungsberichte der mathemat.-naturwissenschaftlichen Classe. I. Abtheil., No. 8—10, IIª und IIᵇ Abth., No. 8—10, III. Abth., No. 8—10, 1891. I. Abth. No. 1—10, IIª und IIᵇ Abth., No. 1—10, III. Abth., No. 1—10, 1892.

Wien. K. K. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. — Jahrbücher, neue Folge, No. 27 und 28. 1892.

Wien. Verein für Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. — Populäre Vorträge aus allen Fächern der Naturwissenschaft. 33. Cyklus.

Wien. Verein der Geographen an der Universität. — Bericht über das 18. Vereinsjahr.

Wien. Oesterreichischer Touristen-Club. — Mittheilungen der Section für Naturkunde. IV. Jahrgang 1892.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. — Jahrbuch 1893, 46. Jahrgang.

Würzburg. Physik. med. Gesellschaft. — Sitzungsbericht, Jahrg. 1892.

Zürich. Naturforsch. Gesellschaft. — Vierteljahresschrift, 38. Jahrg., 1.—4. Heft.

b. Von Privaten.

Von Herrn Dr. Julius Ziegler dahier:
Wolf, Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Literatur. Zürich.

Von Herrn Prof. Dr. W. König dahier:
Fletscher, L., Optische Indikation. Eine geometrische Darstellung der Lichtbewegung in Krystallen. Uebersetzt von Ambronn und König.

Von Herrn O. Pettersson in Stockholm:
Pettersson, Resultate der schwedischen hydrographischen Expedition von 1877.

Von Herrn Dr. J. Epstein hier:
Epstein, Ueberblick über die Elektrotechnik, Frankfurt a. M. 1893.

Von Herren Eisenschmidt & Schulze in Berlin:
Adressbuch der Elektricitätsbranche. Berlin 1893.

Von Herrn E. Hartmann dahier:
Publications of the astronomical society of the Pacific.

Von Herrn Geh. Hofrath Prof. Dr. Kittler in Darmstadt:
Kittler, Handbuch der Elektrotechnik. 2. Aufl. II. Band. Stuttgart 1893.

Von Herrn Prof. Dr. J. Wislicenus in Leipzig:
Die Chemie und das Problem von der Materie. Rede bei Uebernahme des Rektorats der Universität Leipzig, gehalten von Prof. Wislicenus. Leipzig 1893.

Von Herrn Prof. Dr. G. Hellmann in Berlin:
Hellmann, Schneekrystalle. Beobachtungen und Studien Berlin 1893.

Apparate, Präparate.

1. *Für die elektrotechnische Abtheilung.*

Von Herrn Dr. O. May dahier: Umlaufzähler.
Von der Electricitäts Maatschappy Systeem de Khotinsky in Gelnhausen: Vier Akkumulatoren.
Von Herrn Kantorowicz dahier: Mikrophonstation.
Von Herren Körting & Matthiessen in Leipzig: Wechselstromlampe.
Von Herren Felten & Guillaume in Mülheim bei Köln: Kabelproben.
Von Herren Pollak & Co. dahier: Grubenlampe, Akkumulator.
Von Herren Voigt & Haeffner in Bockenheim: Sammlung von Sicherungen, Schaltapparaten u. s. w.
Von Herren Hartmann & Braun in Bockenheim: Diverses Installationsmaterial.
Von Herren Schuckert & Co. in Nürnberg: Elektricitätszähler.
Von Herren Mixt & Genest in Berlin: Mikrophon.

2. *Für das physikalische Cabinet.*

Von Herrn Prof. Wolf in Heidelberg: Zwei Glasphotogramme einer Sternschnuppe und eines Nebelflecks.
Von Herrn Winter dahier: Eine Spektraltafel.
Von Herrn Prof. Andreae in Heidelberg: Ein grosser Geysir-Apparat nebst Zubehör.

3. *Für das chemische Laboratorium.*

Von Herrn Dr. L. Gans dahier: Eine Sammlung neuer, in der Frankfurter Anilinfarbenfabrik von L. Cassella & Co. auf der Mainkur dargestellten Farbstoffen.
Von Herrn A. Sondheimer dahier: Eine Collection von Metallen und Hüttenproducten.
Von Herrn Dr. Th. v. Fritsche dahier: Graduirte Röhren für Gasanalysen.

Anschaffungen.

Bücher, Zeitschriften.

1. Zeitschriften (Fortsetzungen).

1) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Leipzig.
2) Liebig's Annalen der Chemie. Leipzig und Heidelberg.
3) Dingler's Polytechnisches Journal. Stuttgart.
4) Zeitschrift für physikalische Chemie. Leipzig.
5) Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht. Berlin.
6) Journal für praktische Chemie. Leipzig.
7) Chemisches Centralblatt. Leipzig.
8) Zeitschrift für analytische Chemie. Wiesbaden.
9) Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Giessen.
10) Jahresbericht über die Fortschritte der Physik. Berlin.
11) Astronomisches Jahrbuch. Berlin.
12) Astronomische Nachrichten. Altona.
13) Zeitschrift für Mathematik und Physik. Leipzig.
14) Zeitschrift für Instrumentenkunde. Berlin.
15) Elektrotechnische Zeitschrift. Berlin.
16) Archiv der Pharmacie. Halle a. S.
17) Polytechnisches Notizblatt. Frankfurt a. M.
18) Comptes rendus. Paris.
19) Journal of the Institution of the electrical Engineers. London.

2. Bücher.

H. Landolt und R. Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen. 2. Auflage.

Beilstein, Handbuch der organischen Chemie. 3. Auflage. I. Band.

Apparate.

1. *Für das physikalische Cabinet.*

Zwei grosse Nicol'sche Prismen und andere Polarisationsapparate für die Projectionslampe.
Eine Kilowaage und Gewichtssatz.
Ein Apparat zur Demonstration der Wurfcurve.
Ein Keilapparat.
Ein Modell der Brückenwaage. Pendelapparate. Flaschenzüge.
Ein Pascal'sches Doppelbarometer.
Ein Luftpumpenteller auf Dreifuss.
Apparate zur Dampfdichte-Bestimmung.
Apparate für Flüssigkeitsreibung.
Eine grosse Wellenrinne.
Eine Anzahl Zungenpfeifen. Eine Lippenpfeife mit verstellbarem Stempel.
Brenner für sensitive Flammen.
Calorimetrische Apparate.
Ein Luftthermometer.
Eine photographische Camera nebst Zubehör.

2. *Für das chemische Laboratorium.*

Ein Gasometer von Blech.
Apparate zur quantitativen Elektrolyse nach Classen.

3. *Für die elektrotechnische Abtheilung.*

Ein Milliampèremeter von Weston.
Ein Voltmeter von Weston.
Ein Normalelement von Fuess.
Eine Amylacetat-Lampe von Siemens & Halske.
Eine Sekundenuhr von Schlesicky.
Normalwiderstand von Hartmann & Braun.

Uebersicht der Einnahmen und Ausgaben.

1892—1893.

	M.	*Pf.*	*M.*	*Pf.*
A. Einnahmen.				
Städtische Subventionen	8500	—		
Staats-Subvention	2000	—		
Mitglieder-Beiträge	7875	—		
Praktikanten-Beiträge	5575	50		
Eintrittskarten	200	—		
Elektrotechnische Untersuchungen . .	825	50		
Chemische Untersuchungen	811	60		
Wetterberichte	1858	—		
Zinsen	1631	88		
Unkosteneinnahme	523	40		
Geschenke	584	60		
Deficit aus früheren Zuwendungen gedeckt	6444	52	36830	—
B. Ausgaben.				
Gehalte	14220	34		
Remunerationen	4609	30		
Allgemeine Unkosten	2829	01		
Bibliothek	660	30		
Heizung	538	36		
Beleuchtung	1191	44		
Hauseinrichtung	3417	12		
Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt	1986	69		
Physikalisches Cabinet	1348	54		
Chemisches Laboratorium	1079	88		
Diverse Apparate	1605	75		
Jahresbericht	1643	27		
Rückzahlung und Zinsen an die Dr. Senckenberg'sche Stiftung . . .	1000	—		
Pension an Frau Professor Böttger .	600	—		
Zurückgezahltes Schulgeld	100	—	36830	—

Lehrthätigkeit.

Vorlesungen.

Die regelmässigen Vorlesungen wurden von den Docenten des Vereins, den Herren Professor Dr. W. König, Dr. R. de Neufville und Dr. J. Epstein gehalten. Der Lectionsplan war der folgende:

A. Im Winter-Semester 1892—1893.

Montag, Abends von 7—8 Uhr: Anorganische Experimental-Chemie (für Anfänger). Herr Dr. R. de Neufville.

Dienstag, Abends von 7—8 Uhr: Grundzüge der organischen Chemie. Herr Dr. R. de Neufville.

Mittwoch, Abends von 6—7 Uhr: Mechanik (zugleich Schülervortrag). Herr Professor Dr. W. König.

Freitag, Abends von 7—8 Uhr: Wärmelehre. Herr Professor Dr. W. König.

Samstag, Abends von 7—8 Uhr: Vorträge und Mittheilungen über neue Entdeckungen und Erfahrungen im Gebiete der Physik und Chemie, der Astronomie, Meteorologie und Elektrotechnik.

B. Im Sommer-Semester 1893.

Montag, Abends von 7—8 Uhr: Anorganische Experimental-Chemie. Fortsetzung. Die Metalle. Herr Dr. R. de Neufville.
Dienstag, Abends von 7—8 Uhr: Ausgewählte Kapitel aus der chemischen Technologie. Herr Dr. R. de Neufville.
Mittwoch, Abends von 6—7 Uhr: Wellenlehre und Akustik (zugleich Schülervortrag). Herr Professor Dr. W. König.
Freitag, Abends von 7—8 Uhr: Grundzüge der modernen Meteorologie. Herr Professor Dr. W. König.
Samstag, Abends von 7—8 Uhr: Vorträge und Mittheilungen über neue Entdeckungen und Erfahrungen im Gebiete der Physik und Chemie, der Astronomie, Meteorologie und Elektrotechnik.

Samstags-Vorlesungen.

I. Von Herrn Professor Dr. W. König.

1) Ueber die Reibung und ihre Bedeutung im Haushalte der Natur. Jeder bewegte Körper erfährt durch die ihn umgebenden, weniger oder gar nicht bewegten Mittel Hemmungen seiner Bewegung, die man allgemein als Reibungswiderstände bezeichnet. Es wurden zunächst die verschiedenen Erscheinungsformen der Reibung von dem Vortragenden besprochen und durch Experimente erläutert: die Reibung fester Körper durch die Coulomb'schen Versuche über gleitende Reibung, die innere Reibung der Flüssigkeiten durch die Coulomb'schen Versuche über die Dämpfung von Torsionsschwingungen, durch die Poiseuille'schen Versuche über den Ausfluss durch Capillarröhren und durch neuere Versuche über die drehende Wirkung, die ein rotirender Hohl-Cylinder auf einen concentrisch in ihm aufgehängten, zweiten Cylinder ausübt, wenn sich eine Flüssigkeit zwischen beiden befindet. Sodann wurden die Ursachen der Reibung besprochen und die schädliche Rolle erörtert, die die Reibung insofern spielt, als durch sie fortdauernd lebendige Kraft in Wärme umgesetzt wird. Als specielle Fälle des Vorkommens von Reibungswirkungen im praktischen Leben wurde die Reibung in den Maschinen und die Bedeutung des Schmierens, ferner die Verwendung der Reibung zum Schleifen und zum Bremsen erwähnt. Im Anschluss an letztere Anwendung wurde auf das Unrationelle der üblichen Bremsvorrichtungen, speciell für Pferdebahnwagen, hingewiesen, und das Princip der sogenannten Kraftsparbremsen besprochen. Zum Schluss kam die Rolle der Reibung bei den kosmischen Bewegungen zur Erörterung. Es wurde die

Verlangsamung der Erdrotation durch den Einfluss der Flutreibung behandelt, und es wurden die Schlüsse erwähnt, die man aus der Verkürzung der Umlaufszeit des Encke'schen Kometen auf die Möglichkeit einer Reibung in dem den Weltenraum erfüllenden Aether gezogen hat.

2) Ueber Sternschnuppen. Der Vortragende ging von den Untersuchungen über die Häufigkeit des Fallens von Sternschnuppen aus. Die Ungleichmässigkeit der Vertheilung dieser Häufigkeit über die Stunden, die Jahreszeiten und die Himmelsrichtungen wurde aus der Bewegung der Erde durch den Weltenraum erklärt. Es wurden ferner Angaben über die Geschwindigkeit der Bewegung der Sternschnuppen und über die Höhe, in denen sie aufleuchten, gemacht, der Mitwirkung des Vereins in den siebziger Jahren an Bestimmungen dieser Art gedacht, und die Vortheile erörtert, die eine photographische Fixirung der Meteorbahnen, wie sie Herrn Prof. M. Wolf in Heidelberg gelungen ist, für diese Probleme hat. Sodann kam der Vortragende auf den Unterschied zwischen sporadischen Sternschnuppen und Sternschnuppen-Schwärmen zu sprechen, erläuterte den Begriff des Radiationspunktes und erwähnte die Möglichkeit, diesen Punkt durch photographische Aufnahme der Meteorbahnen genauer als bisher zu bestimmen. Die Periodicität der Sternschnuppen-Schwärme führte auf die Vorstellung, dass diese Meteorwolken bestimmte Bahnen im Weltenraum durchlaufen, und die Berechnung dieser Bahnen durch Schiaparelli führte auf den Zusammenhang dieser Schwärme mit den Kometen. Im Besonderen wurde des Biela'schen Kometen und seines Zusammenhanges mit dem Schwarm vom 27. November gedacht.

Die Frage nach der Beschaffenheit der Körper, die uns als Sternschnuppen erscheinen, lässt sich nur beantworten, wenn man zugiebt, dass die Sternschnuppen Körper der gleichen Art sind, wie die zu Boden fallenden Meteore, von denen eine Reihe in natürlichen Exemplaren und in Modellen vorgelegt wurde. Es wurden einige Einwände gegen diese Identificierung erwähnt und auch die Frage erörtert, ob in den aus der Luft sich absetzenden Staubmassen Theilchen meteorischen Ursprunges aufgefunden worden sind. Die Erscheinung des Aufleuchtens dieser Massen wurde aus der Wirkung der Luftcompression erklärt und mittelst des pneumatischen Feuerzeuges erläutert. Dabei kam die von Herrn Prof. Wolf an seinen Sternschnuppen-Photographien entdeckte eigenthümliche Erscheinung des periodischen Leuchtens der Sternschnuppen zur Sprache und konnte durch ein dem Verein von Herrn Prof. Wolf geschenktes Glasphotogramm einer solchen Meteorbahn veranschaulicht werden. Im Anschluss hieran wurde schliesslich ein zweites dem Verein geschenktes Glasphotogramm mittels des Projectionsapparates vorgeführt, das den von Herrn Prof. Wolf auf photographischem Wege entdeckten Nebel im Schwan darstellt.

3) Ueber die Toepler'sche Schlierenmethode und ihre Anwendung bei der Photographie fliegender Geschosse,

Das Princip der Methode besteht darin Schlieren in einer durchsichtigen Masse dadurch sichtbar zu machen, dass man die Masse in durchfallendem Lichte betrachtet und sie mit einem convergenten Strahlenbündel beleuchtet, dessen Brennpunkt dicht vor dem Objective des Beobachtungsfernrohres liegt. Durch passendes Abblenden dieses Strahlenkegels kann man die Schlieren zur Erscheinung bringen entweder hell auf dunklem Grunde oder dunkel auf hellem Grunde. Es war ein Apparat zur subjectiven Beobachtung von Schlieren in der Luft aufgestellt. Schlieren im Glase und die Schlierenbildung beim Vermischen verschiedener Flüssigkeiten und beim Auflösen fester Körper in einer Flüssigkeit wurden objectiv mit Hülfe des Projectionsapparates vorgeführt. Zum Schluss wurde die Anwendung besprochen, die Mach von dieser Methode unter Benutzung des elektrischen Funkens zur Momentanbeleuchtung gemacht hat, um die von Geschossen auf ihrer Bahn in der Luft hervorgebrachten Verdichtungen und Verdünnungen zu photographieren. Eine Reihe der von ihm erhaltenen Aufnahmen von verschiedenen Momenten des Schusses wurden mit dem Projectionsapparate gezeigt und erläutert.

4) Ueber die physikalischen Beweise für die Achsendrehung der Erde. Darunter werden alle diejenigen physikalischen Erscheinungen verstanden, bei denen sich ein Einfluss der Erddrehung bemerkbar macht. Mit Sicherheit constatirt ist ein derartiger Einfluss bisher nur bei mechanischen Vorgängen und zwar ist er hier ausschliesslich eine Folge der Massenträgheit. Statisch, d. h. für Körper, die auf der Erde ruhen, äussert sich dieser Einfluss in der Veränderlichkeit der Schwerkraft mit der geographischen Breite, die einerseits durch die Schwungkraft direkt, andrerseits durch die aus der Schwungkraft hervorgegangene Abplattung der Erde verursacht wird. Dynamisch, d. h. auf bewegte Körper äussert sich jener Einfluss, 1) in der östlichen Abweichung frei fallender Körper von der Lotlienie, 2) in der Tendenz horizontal bewegter Körper, auf der nördlichen Halbkugel nach rechts, auf der südlichen nach links von ihrer Bahn abzuweichen. Es wurden die Fallversuche von Guglielmini, Benzenberg und Reich besprochen, ferner die Hadley'sche Theorie der Passate, das barische Windgesetz der neueren Meteorologie und der daraus folgende Drehungssinn der Winde um ein Maximum oder Minimum des Luftdrucks, und es wurden die Vettin'schen Rauchversuche zur Erläuterung der Entstehung solcher Luftwirbel gezeigt. Auch die Anwendung dieses Gesetzes der Rechts- bez. Linksabweichung auf Flüsse und Eisenbahnen wurden erwähnt und die Geringfügigkeit des Effectes in diesen Fällen dargethan. Endlich wurden diese Betrachtungen auf die Schwingungen eines Pendels angewandt und der Foucault'sche Pendelversuch als wichtigster und bekanntester Experimentalbeweis für die Achsendrehung der Erde erläutert. Zum Schluss wurde die Frage erörtert, wie auf anderen Gebieten der Physik ein Einfluss der Erddrehung sich äussern könnte.

5) Ueber die allgemeine Circulation der Atmosphäre und die Windsysteme der Erde. Nach einigen einleitenden Bemerkungen über den Zusammenhang der Winde mit der Luftdruck-Vertheilung wurden die Temperaturdifferenzen auf der Erdoberfläche als allgemeine Ursache der Luftbewegung erörtert und diese Betrachtungen im Besonderen angewandt auf dasjenige Windsystem, das auf einer Erdoberfläche von völlig gleichartiger Beschaffenheit allein durch die vom Aequator nach den Polen hin stattfindende Temperatur-Abnahme unterhalten werden würde. Es wurde die alte Theorie der Passate von Hadley und ihre Weiterentwicklung im Dove'schen Systeme behandelt, und diesen älteren Anschauungen die neueren von Ferrel und Werner von Siemens gegenübergestellt. Die ältere Theorie spricht von Polar- und Aequatorialströmen, indem sie die durch die Temperaturdifferenzen erzeugten Luftbewegungen nur eine Modification ihrer Bahn durch den Einfluss der Erdrotation erfahren lässt. Die neuere Theorie spricht von Ost- und Westströmungen als vorherrschenden Winden, indem sie die Temperaturdifferenzen nur als den Anlass betrachtet, welcher dem Relativbewegungen längs den Breitengraden erzeugenden Einfluss der Erdrotation Gelegenheit giebt, in Wirkung zu treten. Zum Schluss wurde ein Bild der so entstehenden allgemeinen Circulation der Atmosphäre entworfen. Isobaren- und Windkarten, sowie einige Diagramme erläuterten den Vortrag.

6) Versuche über Tropfenbildung. Es wurde zunächst der Begriff und die Ursache der sogenannten Oberflächenspannung oder des Cohäsionsdruckes erörtert. Als unmittelbare Folgeerscheinungen dieser Spannung der Oberflächenschicht wurden die Formen von Luftblasen unter Wasser und von Quecksilbertropfen gezeigt. Als weitere Folge wurden die eigenthümlichen Formen behandelt, die Wasserstrahlen annehmen, wenn sie aus nicht ganz kreisrunden Oeffnungen ausfliessen. Der Vortragende ging sodann auf die Bildung freifallender Tropfen über, deren charakteristische Erscheinungen auf zweierlei Weise sichtbar gemacht werden konnten, einmal durch verlangsamtes Fallen der Tropfen in Oel und dann durch Momentanbeleuchtung frei in Luft abfallender Tropfen. Zur Erläuterung der eigenthümlichen Schwingungen solcher Tropfen im weiteren Verlaufe ihres Falles wurden die von Herrn Dr. Lenard aufgenommenen photographischen Momentbilder fallender Tropfen projiciert. Zum Schluss wurde der Thomson'sche Tropfenversuch gezeigt, bei dem die Oberflächenspannung der freien Flüssigkeitsoberfläche ersetzt wird durch die leistungsfähigere Spannung einer Gummimembran und auf diese Weise ein Tropfen von vielen Litern Wasser hergestellt werden kann.

7) Die Grundversuche über die Polarisation des Lichtes. Der Vortragende ging von den Vorstellungen aus, die man über die Natur der Lichtschwingungen hat, erläuterte den Unterschied zwischen Longitudinal- und Transversalschwingungen mit der Mach'schen Wellen-

maschine, und den Unterschied zwischen natürlichem und polarisiertem Lichte mittels Seilwellen. Es wurden sodann die verschiedenen Wege erörtert, auf denen man natürliches Licht in polarisiertes verwandeln kann. Die vollständige Polarisation durch Reflexion, die theilweise durch Brechung wurde durch ein Modell veranschaulicht, und die Versuche selbst objectiv mit Hülfe des Projectionsapparates vorgeführt, dessen Einrichtung durch Anschaffung sämmtlicher für die Polarisationserscheinungen erforderlichen Apparate vervollständigt ist. An die Demonstration der Polarisation durch Reflexion an schwarzem Glas und durch Brechung in Glasplattensätzen schloss sich der Grundversuch über die Doppelbrechung an, die Demonstration der beiden, durch einen Kalkspathkrystall erzeugten Bilder und ihres Polarisationszustandes und eine kurze Erläuterung der Construction Nicol'scher Prismen, als der am häufigsten benutzten Polarisatoren.

8) Ueber die Erscheinungen der Doppelbrechung. Der Vortragende behandelt zunächst die Erscheinungen der gewöhnlichen Brechung, die mittels der Tyndall'schen Trommel objectiv veranschaulicht wurden. Die Ursache der Brechung liegt in der Veränderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in der Substanz; diese Veränderung ist verschieden gross für verschiedene Farben, worauf die prismatische Zerlegung des weissen Lichtes beruht. Es wurde die Erzeugung eines einfachen Spektrums mittels eines Glasprismas und sodann die Entstehung zweier Spektra bei Anwendung eines Kalkspathprismas gezeigt. Daraus und aus dem verschiedenen Polarisationszustande der beiden Spektren, der mit Hülfe eines Nicol'schen Prismas unmittelbar nachgewiesen werden konnte, wurde der Schluss gezogen, dass sich im Kalkspath das eintretende Licht in zwei Strahlen von verschiedener Geschwindigkeit zerlegt, deren Schwingungen senkrecht aufeinanderstehen. Die Anwendung eines anderen Kalkspathprismas liess erkennen, dass die Differenz der Geschwindigkeit der beiden Strahlen im Krystall in verschiedenen Richtungen eine verschiedene, und in einer bestimmten Richtung gleich null ist. Zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse wurden zwei Modelle der Wellenfläche für einachsige Krystalle, die dem Falle eines positiven und demjenigen eines negativen Krystalles entsprachen, vorgeführt. Aus der eigenthümlichen Form dieser Wellenfläche erklärt sich die Entstehung zweier Bilder beim Betrachten eines Objectes durch eine planparallele Platte eines doppelbrechenden Mediums. Diese Erscheinungen und der verschiedene Polarisationszustand der beiden Bilder wurden ebenfalls durch eine Reihe von Versuchen mit Hülfe der Projectionslampe objectiv veranschaulicht.

9) Ueber die Farbenerscheinungen doppelbrechender Mittel im polarisirten Lichte. Der Vortragende knüpfte an die in einem früheren Vortrage besprochene Thatsache an, dass in einem doppelbrechenden Mittel das eintretende Licht sich in zwei Strahlen von verschiedener Geschwindigkeit und verschiedenem Polarisations-

zustande zerlegt. Bei dicken Schichten kann vollständige Trennung der beiden Strahlenbündel eintreten. Bei dünnen Schichten (Gyps- oder Glimmerplatten) überdecken sich die beiden Strahlenbündel nach ihrem Austritt. Das so austretende Licht verhält sich wie natürliches Licht, wenn das eintretende Licht natürliches ist; es zeigt dagegen ein ganz besonderes, von der Dicke der durchlaufenen, doppelbrechenden Schicht abhängiges Verhalten, wenn das einfallende Licht geradlinig polarisirt ist, wie man wahrnimmt, wenn man das austretende Licht mit einem zweiten Nicol untersucht. Die ganze Folge der dabei für verschiedene Dicken auftretenden Farben wurde mit Hülfe eines Gypskeiles vorgeführt. Im homogenen Lichte besteht die Erscheinung aus hellen und dunklen, der Kante des Keiles parallelen Streifen, deren unter sich stets gleicher Abstand, wie durch Anwendung farbiger Blenden gezeigt wurde, für rotes Licht grösser als für grünes ist, und für grünes grösser als für blaues. Die Entstehung dieser Erscheinungen wurde zurückgeführt auf die verschiedenen Schwingungsformen des Lichtes, die aus der Zusammenwirkung zweier, zu einander senkrechter und gegen einander verzögerter Lichtstrahlen hervorgehen, und die Entstehung dieser Schwingungsformen wurde durch Versuche mit einem einfachen Fadenpendel erläutert. Aus der Erklärung folgt die Thatsache, dass die bei gekreuzter und die bei paralleler Stellung der beiden Nicols auftretenden Farben einander complementär sind. Diese Erscheinung wurde erstens an den Farben des Gypskeiles selbst, dann an der Lage der dunklen Streifen bei spektraler Zerlegung dieser Farben, endlich an der Ergänzung der Farben zu Weiss bei der Uebereinanderlagerung der beiden complementär gefärbten Bilder eines Kalkspaths gezeigt und erläutert.

10) Ueber die Axenbilder der Krystalle. Anknüpfend an den letzten Vortrag wurde nochmals eine kurze Uebersicht über die Entstehung der Farben gegeben, welche dünne Krystallplatten im polarisierten Lichte zwischen gekreuzten oder parallelen Nicol'schen Prismen zeigen. Hat man Licht, das aus parallelen Strahlen besteht, so erhält man die ganze Folge der Farben bei Anwendung einer keilförmigen Platte, z. B. eines Gypskeiles. Diese Farbenfolge ist genau die gleiche, wie die der Interferenzfarben dünner Blättchen, was mit Hülfe einer keilförmigen Lamelle aus Seifenlösung nachgewiesen wurde. Man erhält die gleiche Farbenfolge aber auch dadurch, dass man eine senkrecht zur Axe geschnittene Platte eines einaxigen Krystalles in das Parallelstrahlenbündel zwischen die Nicol'schen Prismen bringt und von der normalen Stellung derart dreht, dass die durchgehenden Strahlen grössere und grössere Winkel mit der optischen Axe bilden. Diese Erscheinung lässt sich auf einmal überblicken, wenn man statt des parallelen ein stark convergentes Strahlenbündel durch die Krystallplatte hindurchschickt. Mittels passender Linsen erhält man dann bei gekreuzten Nicols ein System farbiger Ringe, die ein schwarzes Centrum umschliessen und von einem schwarzen Kreuz durchsetzt sind.

Der Vortagende besprach noch die Entstehung dieses schwarzen Kreuzes und zeigte, dass seine Lage den Polarisationsrichtungen der Nicols entspricht. Eine Reihe solcher Axenbilder verschiedener einaxiger, und zum Schluss einige Axenbilder zweiaxiger Krystalle wurden mit der elektrischen Lampe vorgeführt.

11) Ueber die Erklärung der Geysirerscheinungen. Der Vortragende ging von der älteren Mackenzie'schen Geysirtheorie aus, die auf der Annahme eines unterirdischen Dampfreservoirs beruhte. Es wurde ein von Herrn Dr. Julius Ziegler vor Jahren construirter Geysir-Apparat in Thätigkeit vorgeführt, der zu dieser älteren Anschauung eine gewisse Verwandtschaft besitzt. Seit den 40er Jahren ist an die Stelle der Mackenzie'schen die Bunsen'sche Theorie getreten. Nach dieser beruhen die Geysir-Erscheinungen auf der Siedepunktserhöhung, die durch den hydrostatischen Druck des Wassers am Boden des Geysirrohres bewirkt wird. Die erste experimentelle Prüfung dieser Theorie wurde von J. Müller versucht. Sein Apparat bestand aus einem einfachen geraden Rohre; in diesem Falle bedarf es aber einer doppelten Feuerung, um die für eine Eruption erforderliche Menge überhitzten Wassers zu erhalten. Einfacher lässt sich dies durch eine einzige Feuerung erreichen, indem man am Boden des Rohres ein grösseres Reservoir anbringt. Kessel und Steigrohr sind die physikalischen Bedingungen der Eruption. Um die Periodicität der Eruptionen zu erreichen, ist entweder eine Vorrichtung zum Rückfluss des ausgeworfenen Wassers — Geysire mit trichterförmigem Aufsatz — oder ein seitlicher Zufluss von neuem Wasser — Wiedemann'sche Form des Apparates — erforderlich. Diese beiden Geysirtypen wurden durch 2 entsprechende Apparate von gleicher Grösse veranschaulicht. Den ersten Typus repräsentirte ferner der grosse von Herrn Prof. Andreae dem Vereine geschenkte Apparat, der bei 2^m hohem Steigrohre eine Wassereruption von über 1^m Höhe mit mächtigem Dampfausbruche ergiebt. Verengerungen an der Ausflussöffnung gestatten die Wasser- und die Dampfphase deutlich von einander zu trennen, während Verengerungen im unteren Theile des Rohres den Charakter der Eruption beträchtlich verändern. Auf diese Weise können Verschiedenheiten in der Art der Eruption erzeugt werden, wie sie auch bei den natürlichen Geysiren zu finden sind. Die Eruptionen der letzteren und der Bau ihrer Becken wurde schliesslich durch eine Reihe von Projections-Photogrammen nach Photographien aus dem Yellowstonepark veranschaulicht.

II. Von Herrn Dr. R. de Neufville.

1) Ueber Desinfektionsmittel. An der Hand einer reichhaltigen Sammlung von Desinfektionsmitteln und verschiedenen Tabellen wurde die Wirkungsweise und die bakterientödtende Kraft der gebräuchlichsten älteren Mittel, wie Sublimat, Kalk, Säuren, Chlor, Carbolsäure besprochen. Ferner wurden die neueren Desinficien, Creolin, Lysol, Solveol, Saprol etc. gezeigt, ihre chemische Zusammensetzung und ihre Reaktionen erklärt. In chemischer Beziehung stehen die drei ersterwähnten Körper in nächster Beziehung zur Carbolsäure und deren Homologen, den Kresolen, sie unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Reinheit und durch die verschiedene Art, in der diese wasserunlöslichen Substanzen bei den einzelnen Mitteln in lösliche Form gebracht worden sind. Der wirksame Bestandtheil des Saprols gehört ebenfalls in dieselbe Körperklasse; durch Zumischen von Mineralöl ist das Präparat jedoch specifisch so leicht gemacht, dass es auf der zu desinfizirenden Flüssigkeit schwimmt und diese so gegen die Luft abdeckt. In dankenswerther Weise hatte die hiesige Firma J. M. Andreae, sowie Herr Dr. Nördlinger-Bockenheim dem Vortragenden das Demonstrationsmaterial zur Verfügung gestellt.

2) Versuche mit Knallgas. Dass Wasserstoff und Sauerstoff sich unter Explosion vereinigen, wenn man dem Gemenge derselben eine Flamme nähert, ist seit langer Zeit bekannt; ebenso lässt sich die explosionsartige Vereinigung auch auf anderem Wege erzielen, z. B. durch den elektrischen Funken. Jedesmal wird aus dem Gasgemenge Wasser gebildet; es ist aber nicht nothwendig, dass diese Wasserbildung sich immer unter Explosion vollzieht, sondern gewisse Körper, wie Platinschwamm, vermögen durch ihre Gegenwart die Reaktion einzuleiten und verläuft sie dann ganz ruhig bei gewöhnlicher Temperatur. Unter Einhaltung gewisser Vorsichtsmassregeln ist es Victor Meyer gelungen, das Knallgas in Glaskörper einzuschmelzen und sein Verhalten unter diesen Versuchsbedingungen zu studiren. Es hat sich dabei gezeigt, dass die Temperatur, bei welcher die Vereinigung stattfindet, sehr verschieden ist, je nachdem die Gase sich unter Druck oder frei strömend befinden, in dem letzteren Falle findet noch keine Wasserbildung bei der Temperatur des siedenden Zinnchlorürs (606°) statt. Auch geringe Veränderungen der Glaswand, z. B. oberflächliche Versilberung, wirken auf den Verlauf der Reaktion bestimmend ein. Man kann daraus ersehen, wie oft scheinbar ganz unwesentliche Dinge für das Zustandekommen einer chemischen Verbindung von der grössten Wichtigkeit sind.

3) Ueber das Auer'sche Gasglühlicht. In der kürzesten Zeit hat im letzten Winter das Auer'sche Gasglühlicht sich in den grösseren Städten ausgebreitet. Die Erfindung selbst ist jedoch nicht so neuen Datums, sondern die wesentliche Construktion des neuen Gas-

glühlichts ist immer noch dieselbe, wie sie in der Mitte der 80er Jahre von dem Erfinder Auer von Welsbach in Wien eingeführt wurde. Das Prinzip der Erfindung besteht darin, durch eine entleuchtete heisse Gasflamme einen Fremdkörper, der ein beträchtliches Lichtemissionsvermögen besitzt, zur Weissgluth zu erhitzen, und dieser glühende Körper ist es, der das Licht ausstrahlt. Es gehört somit das Auerlicht zu der sogenannten Incandescenzbeleuchtung und steht in gewisser Beziehung zu dem Magnesiumlicht der Wassergasbeleuchtung. Wesentlich unterschieden ist es davon durch die Form und die Substanz des glühenden Körpers. Der glühende Mantel besteht aus den Oxyden verschiedener seltener Erden, hauptsächlich von Zirkonium, Thorium und Yttrium; derselbe wird dargestellt, indem man ein Baumwollgewebe mit den salpetersaueren Salzen der betreffenden Metalle tränkt und dann abbrennt. Die getränkten Gewebe, die sogenannten „Glühstrümpfe", werden in den Handel gebracht, und zeigte der Vortragende die Manipulation des Abbrennens. Das Neue des jetzigen Auerbrenners liegt in der Zusammensetzung des Oxydgemenges; derselbe ist so gewählt, dass die Brenndauer der Glühkörper eine sehr grosse wird, bis zu 2400 Stunden, und dass das Licht ein fast rein weisses ist. In allerneuester Zeit ist es dem Erfinder auch gelungen, Glühkörper herzustellen, die gelbliches Licht ausstrahlen und somit auf das Auge einen angenehmeren Eindruck machen. Der Hauptvorzug des neuen Lichtes besteht in seinem viel kleineren Gaskonsum und darin, dass es durch die geringere Menge der Verbrennungsprodukte die beleuchteten Räume nicht so heiss macht und die Luft nicht so verschlechtert.

4) Ueber die Stickstoffwasserstoffsäure. Ausser dem seit lange bekannten Ammoniak sind in den letzten Jahren zwei neue Verbindungen entdeckt worden, die nur Stickstoff und Wasserstoff enthalten, das Hydrazin N_2H_4 und die Stickstoffwasserstoffsäure N_3H. Die erste Verbindung zeigt basischen Charakter und ist in vieler Beziehung dem Ammoniak ähnlich, während die ebenfalls von Curtius entdeckte Säure, die Stickstoffwasserstoffsäure oder das Azoimid ein vollkommenes Analogon der Chlorwasserstoffsäure ist. Die Darstellung des Azoimids und seiner Salze bereitete bis vor kurzem viele Schwierigkeiten, da nur aus complizirten organischen Verbindungen die Säure abzuscheiden war. Erst in letzter Zeit ist von W. Wislicenus ein Verfahren aufgefunden worden, um Azoimid rein auf anorganischem Wege darzustellen, nämlich durch Einwirkung von Stickstoffoxydul auf Natriumamid; dabei bildet sich Stickstoffnatrium, aus welchem die freie Säure durch Destillation mit Schwefelsäure isolirt werden kann. Stickstoffwasserstoffsäure ist ebenso wie seine Salze mit Schwermetallen ein furchtbar explosibler Körper, der mit der grössten Vorsicht behandelt werden muss.

5) Ueber Reaktionen bei niedriger Temperatur. Vermittelst des Projektionsapparates zeigte der Vortragende eine Reihe

von chemischen Reaktionen bei niederen Temperaturen. Die dazu nöthige Kälte wurde erhalten durch Verdunstenlassen eines breiartigen Gemenges von fester Kohlensäure und Aether; es gelingt so Temperaturen zu erzielen, die um — 100° herumliegen. Bei solch' niederen Wärmegraden kommen nun fast alle Reaktionen zum Stillstand; Säuren und Basen neutralisiren einander nicht mehr, Schwefelsäure wirkt nicht auf metallisches Natrium ein und das letztere wird auch nicht durch Alkohol angegriffen. Schwefelsäure gibt mit alkoholischer Strontiumchloridlösung keine Fällung mehr; kurz fast alle, selbst die sonst energischsten Reaktionen hören bei genügender Abkühlung vollkommen auf, beginnen allmählich mit Steigerung der Temperatur und treten bei der Wärme unserer Zimmer in der gewohnten Weise ein. Diese Thatsache steht in vollkommener Uebereinstimmung mit der Theorie, dass mit der Abnahme der Temperatur die Bewegung der Moleküle eine immer geringere wird, und dass vollkommen in Ruhe befindliche Moleküle auf einander überhaupt nicht einzuwirken vermögen.

6) Ueber die objektive Darstellung chemischer Reaktionen vermittelst des Projectionsapparates. Als Thema für die Versuche waren die einfachsten Reaktionen: Zersetzung des Wassers, Verhalten des Wasserstoffs und die chemischen Eigenschaften des Wasserstoffsuperoxydes gewählt. Vermöge eigenthümlicher, von dem Vortragenden construirter Reagirgläser, die aus flachen Glasröhren angefertigt sind, war es möglich, chemische Reaktionen, die man sonst im Reagircylinder oder Becherglas ausführt, in fast 2 m. grossen Bildern an der Wand zu zeigen, was diese Versuche ganz besonders anschaulich machte. Zum Schlusse wurden noch Diapositive, wie die schematische Uebersicht einer Schwefelsäurefabrik, ein Profil des Stassfurter Kalisalzlagers u. s. w. projecirt, um darzuthun, wie verhältnissmässig leicht es vermittelst des Projectionsapparates ist, Zeichnungen einem grösseren Auditorium vorzuführen.

7) Ueber Chlorgewinnung aus Magnesiumchlorid und aus den Ablaugen der Ammoniaksodafabrikation.

8) Ueber die elektrolytische Reduktion des Nitrobenzols. Die reduzirende Wirkung des elektrischen Stromes wird in der Metallurgie öfters zur Abscheidung der Metalle aus Lösungen benutzt; so können z. B. Kupfer, Silber, Nickel auf diese Weise gewonnen werden. Aehnliche Reduktionsversuche sind auf dem Gebiete der organischen Chemie nur ganz vereinzelt bekannt und besonders über eine sehr wichtige Reduktion, nämlich die Ueberführung des Nitrobenzols in Anilin sind Versuche mit dem elektrischen Strom erst in neuester Zeit gemacht worden. Häusermann, von dem dieselben z. Th. herrühren, versuchte sowohl in alkalischer, als auch in sauerer Lösung das Nitrobenzol zu reduziren; statt des erwarteten Anilins erhielt er jedoch Hydrazobenzol, beziehungsweise das aus diesem in der saueren Lösung entstandene Benzidinsulfat. Um bei diesen Ver-

suchen das Nitrobenzol in Lösung zu bringen, war Alkohol angewendet worden. Kann man jedoch die Nitrogruppe direkt in wässeriger Lösung der reduzirenden Einwirkung des elektrischen Stroms aussetzen, wie das zum Beispiel bei den Nitrobenzolsulfosäuren der Fall ist, so gehen dieselben direkt in Amidobenzolsulfosäuren über. Zu ähnlichen Resultaten war auch Elbs gekommen. Doch hat derselbe gefunden, dass ausser der Zusammensetzung des Bades auch die Art der Elektroden von Wichtigkeit ist; denn ihm ist es gelungen, bei Anwendung von Zinkelektroden Anilin zu bekommen. Gattermann, der sodann ebenfalls diese Reaktionen in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen hat, bekam aus einem mit concentrirter Schwefelsäure hergestellten Bade Paraamidophenol. Diese Untersuchungen zeigen Verschiedenes, nämlich dass die Anwendung elektrischer Verfahren auch auf dem Gebiete der organischen Chemie von Erfolg begleitet sein kann, und dass ferner die Zusammensetzung des Bades, Concentrationsverhältnisse, sowie Elektroden ausschlaggebend sein können für den Sinn, in welchem die chemische Reaktion bei der Elektrolyse organischer Körper verläuft.

9) Ueber Nickel und Kobalt. Obgleich diese beiden Elemente schon sehr lange bekannt und chemisch sehr genau untersucht worden sind, so sind doch in den letzten Jahren Veröffentlichungen von Untersuchungen über diese Metalle erfolgt, die das höchste Interesse des Chemikers wach riefen. Es war das die Entdeckung des Kohlenoxydnickels und die vermuthete Zerlegung von Kobalt und Nickel in einfachere Elemente. Der Vortragende zeigte, wie beim Ueberleiten von Kohlenoxydgas über sehr fein vertheiltes Nickel, sowie auch Eisen bei gewöhnlicher Temperatur die Bildung dieser interessanten Verbindungen erfolgt; er führte sodann Reaktionen mit dem gasförmigen Nickelkohlenoxyd aus; dasselbe ist unter Abscheidung metallischen Nickels mit hell leuchtender Flamme brennbar, beim Durchleiten durch erhitzte Röhren zersetzt es sich, wobei sich das Nickel als sehr glänzender Spiegel auf dem Glasrohr absetzt. In reinem Zustande ist Nickeltetracarbonyl farblos und stellt eine Flüssigkeit vom Siedepunkt 43° dar. Sodann wurden noch die Untersuchungen von Clemens Winkler über die Höhe der Atomgewichte von Nickel und Kobalt besprochen; dieselben ergaben die Zahlen 58,90 und 59,67, womit die von G. Krüss und F. W. Schmidt seiner Zeit behauptete Zerlegbarkeit dieser Elemente widerlegt ist.

III. Von Herrn Dr. J. Epstein.

1) Die Verschiedenartigkeit der Elektricitätsquellen. Die historische Entwicklung unserer Kenntnisse von der Elektricität und die aus didaktischen Gründen meist daran anschliessende Behandlung lässt leicht in unserem Vorstellungsvermögen zwischen Erscheinungen der Reibungs- und Influenzelektricität und denen des Galvanismus, sowie der Inductionselektricität als der „strömenden Elektricität" eine wesentliche Scheidung eintreten, während in beiden Gestaltungen dieselbe Elektricität nur gradweise verschieden uns entgegentritt. Zur Veranschaulichung vertauschte der Vortragende die sonst üblichen Methoden zum Nachweis der elektrischen Wirkungen und entlud eine von der Influenzmaschine geladene Leydener Flasche durch ein Galvanometer, dessen Ausschlag die Ablenkung des Magneten durch die Entladung erkennen liess, während umgekehrt der eine Pol eines Transformators, mit einem Elektroskop verbunden, hier eine Divergenz hervorbrachte. Die durch Reibung wachzurufenden elektromotorischen Kräfte überragen die im Thermoelement oder in den chemischen Elementen auftretenden, ja selbst die in Anlagen gebräuchlichsten im Betrage des Tausendfachen und zählen nach Zehntausenden von Volt. Aber hierbei ist zu berücksichtigen, dass der hohe Widerstand der sogenannten „statischen" Elektricitätsquellen sie zur Abgabe stärkerer Ströme ungeeignet macht. Ausser der elektromotorischen Kraft, dem inneren Widerstande, gehört zur Characterisirung einer Elektricitätsquelle noch die Angabe, bis zu welcher Stromstärke sie die betreffende elektromotorische Kraft, ohne Schwächung, zu liefern und welchen Betrag an zugeführter Energie sie in der Zeiteinheit in elektrische umzuwandeln vermag. Auch diese Verhältnisse traten an einer von Hand betriebenen Dynamomaschine und einer von einem Elektromotor angetriebenen Influenzmaschine hervor. Schliesslich ist für Dauerbetriebe auch noch darauf Rücksicht zu nehmen, dass die Quelle die Beanspruchung ohne Schädigung zu ertragen vermag.

2) Verluste in elektrischen Anlagen. Bei weit ausgedehnten Anlagen hat man mit der Thatsache unvollkommener Isolirung zu rechnen. Die Verhältnisse wurden an einer längeren Telegraphenlinie klar gelegt. Die Verluste kommen weniger vom wirthschaftlichen Standpunkte aus in Betracht als insofern, dass die Apparate zu richtiger Function eine Stromlieferung unter stets gleichen Bedingungen verlangen. Aehnlich steht es mit den Spannungsverlusten in Starkstromleitungen, wo auch häufig weniger der Energieverlust als solcher, als die bei verschiedener Beanspruchung hervorgerufene Schwankung in der Speisung der angeschlossenen Lampen und Apparate für Wahl der Kupferquerschnitte massgebend ist, soweit nicht noch Sicherheitsrücksichten ins Spiel kommen. Im Weiteren wurden die Verluste

m Eisen betrachtet, der Untertheilung desselben in Ankern und Vechselstromapparaten gedacht und auf die verschiedenen Bestrebungen n Transformatorenbau hingewiesen, die Verluste bei voller Belastung der die Totalverluste im Jahresbetrieb möglichst gering zu gestalten. um Schluss wurde noch an Hand von Durchschnittszahlen der Frankırter Projekte auf den untergeordneten Einfluss der eigentlichen nergieproduction auf die Gesammtkosten eines centralen Lichtbetriebes ingewiesen. — Als der Elektrotechnischen Fachschule des Vereins berwiesene Geschenke wurden isolirende Porzellan-Façonstücke Wolff & Co., Wevelingen), ein Dynamo-Lager mit Ringschmierung, nkerbleche für einfache und Nutenanker (Pokorny & Wittekind, ockenheim) vorgezeigt und verdankt.

3) Werner von Siemens. Nach Schilderung der Charakternd Geisteseigenschaften, die Werner v. Siemens befähigten, so rosses zu leisten, besprach der Vortragende die hohen Verdienste des ahingegangenen um die Entwickelung der Elektrotechnik und die ebiete physikalischer Forschung, auf die sie sich stützt. Insbesondere hilderte der Vortragende die Arbeiten auf den Gebieten der Kabellegraphie, der Einführung einer Widerstandseinheit und Aufstellung es dynamoelektrischen Principes, und besprach die von v. Siemens 1 Wort und That vertretene Auffassung von der hohen Bedeutung er Naturwissenschaft für unsere Kulturentwickelung, vor allem in er engen Verknüpfung rein wissenschaftlicher Arbeit mit den Forthritten der Technik.

4) Der gegenwärtige Stand der Kenntnisse vom agnetismus. Der Vortragende erläuterte durch Versuche die erstärkung des durch bestimmte magnetisirende Kräfte entstehenden agnetismus bei Verwendung von Eisen, und leitete experimentell ie Curve über den Zusammenhang zwischen der an dem gewählten robestück zustandekommenden Magnetismus und magnetisirender Kraft b. Die Beobachtung zeigte, dass man verschiedene Werthe erhält, nachdem man mit steigender oder fallender Magnetisirung arbeitet. er Magnetismus des Eisens hängt nicht nur von der momentan darauf irkenden Kraft ab, sondern auch von dem zeitlich vorangegangen agnetischen Zustande. Diese Erscheinung, ähnlich gewissen elastihen Nachwirkungen, wird mit dem Namen der Hysteresis bezeichnet. inen speciellen Fall derselben stellt die Remanenz dar. Redner beprach sodann die durch Hysteresis entstehenden Verluste und ihre edeutung in der Wechselstromtechnik. — Nach Schluss des Vortrags urden einige der Elektrotechnischen Lehranstalt zugegangenen Gehenke vorgeführt und erläutert: Eine Wechselstrombogenlampe, eschenk der Herren Körting & Matthiessen in Leipzig, Lichtelegraphen- und Telephon-Kabel, Geschenke der Herren Felten & uillaume in Mülheim bei Köln, ein Akkumulator, sowie eine rubenlampe, Geschenke der Herren Pollak & Co. dahier.

5) Telephonie auf weite Entfernungen. Die Schwierigkeit der Telephonie auf weite Entfernungen ist nicht in dem zu überwindenden Leitungswiderstand, sondern in den auftretenden Induktionswirkungen und Ladungserscheinungen begründet. Letztere Störungen sind von der Schwingungszahl, also der Tonhöhe abhängig. Die Schwächung der Telephonwirkung durch Einfügung eines Condensators wurde durch Versuch zur Wahrnehmung gebracht. Hierbei zeigte sich noch der Einfluss der Tonhöhe und trat bei Verwendung eines Combinationstones die durch die Verschiedenheit in der Schwächung der Einzeltöne bedingte Aenderung der Klangfarbe hervor.

6) Ueber Elektricitätszähler. Der Vortragende besprach die Verwendung der Zeitzähler, Stromzähler und Energiemesser und führte die Constructionen von Prof. Aron, Hartmann & Braun und Schuckert & Co. im Betrieb vor.

7) Die Arbeiten der physikalisch-technischen Reichsanstalt. Die Reichsanstalt in Berlin, an deren Spitze als Präsident Helmholtz steht, zerfällt in zwei Abtheilungen, die physikalische und die technische. Von den Arbeiten der ersten Abtheilung besprach der Vortragende diejenigen, welche auf Gewinnung einer exakten Temperaturskala abzielen, diejenigen über Messung hoher Temperaturen (bis 1400 Grad), die Versuche für Herstellung des legalen Ohm, die optischen und magnetischen Untersuchungen. Beide Abtheilungen arbeiteten gemeinsam über die vom Pariser Congress angenommene Lichteinheit, auf der von Platin im Augenblick des Erstarrens ausgestrahlten Lichtmenge beruhend. Während als Director der ersten Abtheilung Helmholtz selbst fungirt, stand an der Spitze der zweiten (technischen) Abtheilung der um ihre Schaffung wie Organisation so hochverdiente Dr. Löwenherz, der als dessen Ehrenmitglied ja auch zu dem Physikalischen Verein in engerer Beziehung stand. Der Vortragende gedachte der besonderen Verdienste des seiner fruchtbringenden Thätigkeit so früh Entrissenen, des engen Zusammenhanges der Arbeiten der Abtheilung mit den Bedürfnissen der Technik. Von diesen Arbeiten selbst wurden diejenigen zur Einführung genauer Thermometer besprochen. Wurden doch im letzten Jahr allein 10000 ärztliche Thermometer in der Reichsanstalt geprüft. Die Arbeiten in Gemeinschaft mit dem Glastechnischen Laboratorium in Jena haben die Herstellung von Quecksilberthermometern bis zu 550 Grad ermöglicht. Auf elektrischem Gebiete bot die Vertretung auf der Elektrotechnischen Ausstellung, vor allem auch die weitgehende Betheiligung ihrer Beamten an den Arbeiten der Prüfungscommission weiteren Kreisen Gelegenheit die Bedeutung der Reichsanstalt schätzen zu lernen. Weiter erwähnte der Vortragende die Einführung geeigneter Legirungen für Widerstände, die Construction von für den praktischen Gebrauch besonders geeigneten Formen solcher, Untersuchung des Clarkelementes und Einführung der darauf gegründeten Compensationsmethode. Vor Allem

›er wurde nach Besprechung der Einführung der Hefnerlampe und nstiger Arbeiten noch der glücklichen Lösung der Schraubenfrage :dacht, welche nur auf Grund eingehender Untersuchungen und engster ihlung mit der Praxis möglich war.

8) Ueber elektrische Hausinstallation. Die Ausführngen des Vortragenden knüpften an Vorzeigung einer reichhaltigen ›llection von Schaltapparaten und Sicherungen an, Geschenke der aschinenfabrik Esslingen, von Schuckert & Co. in Nürnberg ıd Voigt & Haeffner in Bockenheim an die Elektrotechnische ›hranstalt. Der Vortragende erläuterte experimentell den Vortheil ›r Momentausschalter und die Wirkungsweise der Sicherungen und sprach die Gesichtspunkte bei deren Construction und Verwendung. ım Leitungsmaterial übergehend, behandelte er an Hand von Proben ›r Frankfurter Kabelfabrik, sowie der Allgemeinen Elektricitätssellschaft die verschiedenen Drahtsorten und ihre Verwendung und läuterte die gebräuchlichen Verlegungsarten, wobei er noch insbendere einige Neuheiten der Frankfurter Kabelfabrik und das System ›schel an Hand von Mustern eingehend besprach.

9) Ueber Ausmessung magnetischer Felder. Wie eine agnetnadel an gewissen Stellen des Experimentirtisches erkennen ıss, vollziehen sich die Schwingungen solcher um so rascher, je stärker e durch ein magnetisches Feld auf sie ausgeübten Kräfte und ihr genes magnetisches Moment ist. Andererseits hängt die durch einen agneten auf eine zweite Magnetnadel ausgeübte Ablenkung von dem erhältniss des magnetischen Momentes jenes zum Erdmagnetismus ab. ierauf gründet sich die Methode, die Gauss und Weber für Beimmung des Erdmagnetismus einführten. Redner besprach sodann e Kraftlinientheorie und erläuterte die Analogien für Zusammenhang vischen Verlauf der Kraftlinien und Feldstärke einerseits, Verlauf ›r Lichtstrahlen und Beleuchtungsintensität andrerseits, an Versuchen ber Kraftlinien eines magnetischen Feldes durch Eisenfeilspähne herrtretend, beziehungsweise Lichtbündeln des Projectionsapparates, deren estalt durch Rauch sichtbar gemacht war. Das Aufleuchten einer it einer Drahtspule versehenen Glühlampe an bestimmten Stellen des isches führte zu der Betrachtung der Inductionsvorgänge im Zusammenıng mit der vorher im Anschluss an die Ausbreitung der Strahlen ›läuterten Einheit der Kraftlinien. Eine Spule von bekannter Winıngsfläche zwischen die Pole eines Feldmagneten gebracht, gestattete ırch den Ausschlag eines ballistischen Galvanometers die Messung. ›r dort herrschenden Feldstärke. Weiter wurde die Eigenschaft des Vismuths besprochen, im magnetischen Felde seinen Widerstand zu ndern und unter Benutzung einer von der Firma Hartmann & raun der Elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungs-Anstalt überiesenen Wismuthspirale eine Controlle der vorherigen Messung vorenommen.

10) Die Selbstinduction. Ein an einer Waage über ein Elektromagneten aufgehängter Kupferring wird von diesem abgest oder angezogen, je nachdem ob Magnetismus gerade entsteht o verschwindet. Bei entstehendem Magnetismus ruft nämlich die I duction in dem Ring einen Strom im entgegengesetzten Sinne magnetisirenden Stromes, bei verschwindendem Magnetismus im gleich Sinne hervor. Dieselbe Induction tritt als elektromotorische Kraft den Windungen des Elektromagneten selbst bei Aenderung der Str verhältnisse auf und diese Selbstinduction sucht einen im Entste begriffenen Strom zu hemmen, einen im Verschwinden begriffenen unterstützen, wirkt also verschleppend auf jede Stromänderung. Z Veranschaulichung dieser Wirkung der Selbstinduction, die man fr unter dem Namen des Extrastromes begriff, wurden von einem Elem zwei Stromkreise gespeist, deren einer einen Telegraphenapparat hoher Selbstinduction, der andere einen gleich grossen inductionsfrei Widerstand enthielt. Beide beeinflussten in entgegengesetzter We ein Galvanometer, welches im Moment der Einschaltung einen Ausschl in dem der Stromunterbrechung wieder einen Ausschlag, aber entgegengesetzter Richtung zeigt, während bei constantem Stromdu gang die Wirkungen sich aufhoben. Der Einfluss der Selbstinduct bei plötzlichen Entladungen, wie sie Gewitter darbieten, wurde exp rimentell mit Hülfe einer Influenzmaschine erläutert, deren Entladu in Funken zwischen zwei Kugeln übersprangen, statt den sich ihn bietenden Weg durch die Windungen eines Telegraphenapparates Galvanometers einzuschlagen. Nachdem im Anschluss hieran die C struction im Plattenblitzableiter vorgezeigt, wurde die Verwendu der Selbstinduction im Wechselstrombetrieb besprochen und insbesonde auf ihre Verwendung beim Teslamotor hingewiesen. Ein gewöhnlic Wecheslstrom wurde in zwei Theile mit Phasendifferenz geschiede die ein magnetisches Drehfeld erzeugten und eine Eisenscheibe Rotation setzten.

11) Das elektrische Schweissverfahren von Hoho und Lagrange. In angesäuertes Wasser tauchten zwei Eisendrähte. Be Stromschluss trat in normaler Weise Zersetzung ein, bei allmähli Erhöhung der Spannung stieg die Stromstärke in entsprechender Weis Plötzlich aber trat hierin eine Unregelmässigkeit ein: das Ampèreme ging trotz Erhöhung der Spannung abwärts und zeigte heftige Schwa ungen, während zeitweilig Lichterscheinungen zwischen negativ Draht und Flüssigkeit auftraten. Je mehr die Spannung gesteig wurde, um so regelmässiger traten diese Lichterscheinungen auf. so geringer wurden schliesslich auch wieder die Schwankungen Stromstärke, die dann einen um mehr als das Zehnfache kleiner Werth als vorher annahm. Das Eintreten des Phänomens hängt ni nur von dem Betrage der Spannung zwischen den Elektroden sondern auch von deren Grösse. So verschwindet es bei tieferem Ei

tauchen und erscheint bei einer niederen Spannung bei kleinerer Elektrode. Aber auch dadurch kann man es zum Verschwinden bringen, dass man eine weitere Elektrode in dasselbe Gefäss bringt, während eine solche, an dieselbe Elektricitätsquelle angeschlossen, in einem besonderen Gefäss einem vierten Draht gegenüberstehend, den Vorgang nicht beeinflusste. Diese Verhältnisse lassen darauf schliessen, dass wir es nicht mit einem einfachen Widerstand zu thun haben und lassen vermuthen, dass der Verlauf der Stromlinien von wesentlichem Einfluss ist. Das Phänomen tritt bei beliebigen Elektroden auf, ja es ist möglich, es im Innern der Flüssigkeit selbst zu erzeugen. Befindet sich die negative Elektrode im Innern eines mit feiner Oeffnung versehenen Reagensglases, welches in ein die positive Elektrode enthaltendes Gefäss taucht, so kann man durch mehr oder minder tiefes Eintauchen der negativen Elektrode das Phänomen an den Metallelektroden oder in der Oeffnung auftreten lassen. Vergrössert man die negative Elektrode, so verschwindet das Phänomen, um schliesslich an der positiven aufzutreten. Bei Wechselstrom tritt es stets an der kleineren auf. Ist es einmal an einer Elektrode erschienen, so tritt es leichter wieder an dieser auf als an der anderen, selbst nachdem die Gasschicht, welche man als Träger des Vorganges bezeichnet hat, nach dem zischenden Geräusch zu schliessen, verschwunden ist. Auch der wesentliche Einfluss der Flüssigkeit auf Eintreten und Färbung des Phänomens wurde an Kupfervitriollösung, in dem das Phänomen erst bei Zusatz von Schwefelsäure auftrat, erläutert. Die ausserordentliche Hitzewirkung, welche sich so erreichen lässt, hat in dem Schweissverfahren von Hoho und Lagrange praktisch Verwerthung gefunden und führte dies der Vortragende in Vereinigung zweier Eisendrähte vor. Schliesslich gedachte der Vortragende noch des Auftretens entsprechender lichtbogenartiger Erscheinungen in feuchten Holzleisten und der darin liegenden Feuersgefahr und führte auch diese Vorgänge experimentell vor.

IV. Vorträge von anderen Herren.

Herr Ingenieur Eugen Hartmann:

Reise nach Amerika und die Weltausstellung in Chicago. (Zwei Vorträge.)

Der Vortragende erwähnte zunächst einige der eigenthümlichen optischen Erscheinungen auf dem Ocean, z. B. der scheinbaren Vergrösserung von entfernten Fahrzeugen bei sich zertheilendem Nebel, welche denselben einen ganz grotesken Anblick verleiht, sowie des prächtigen Phänomens des Meerleuchtens, das allabendlich die Reisenden entzückte, und erklärt, dass die letztere Erscheinung hervorgerufen werde durch Myriaden von phosphorescirenden Bazillen, deren Leiber sich durch das bei der Gischtbildung erzeugte Ozon oxydiren, und dass dieses Leuchten um so intensiver auftrete, je rascher die Wellen durch das Schiff getheilt, und je mehr Ozon hierbei entwickelt werde. Des weiteren verbreitete sich der Vortragende über den Verkehr in New-York, über die grosse Brooklyner Hängebrücke, welche an vier aus tausenden von dünnen Stahl-Drähten hergestellten Seilen von der respektablen Gesammtdicke von etwa 40 Centimetern schwebt, und ausser der prächtigen erhöhten Promenade in der Mitte symmetrisch angeordnet zwei Eisenbahnen und zwei Fahrstrassen für den Fuhrwerksverkehr in einer Höhe von ca. 40 Metern über den East River trägt. Die riesigen beiden Brückenthürme, über welche die Seile gelegt sind, haben eine Höhe von etwa 80 Metern und während der freischwebende Theil der Brücke eine Spannweite von nahezu 500 Metern hat, beträgt die Gesammtlänge derselben fast zwei Kilometer. Von dem enormen Verkehr auf der Brücke kann man sich ungefähr einen Begriff machen, wenn man bedenkt, dass sechs Eisenbahnzüge von je vier grossen Waggons lediglich fortwährend hin und zurückfahren und zwar, während an jedem Ende stets ein Zug zur Aufnahme der Passagiere bereit steht, laufen in jeder Richtung je zwei Züge in entsprechenden Abständen, so dass also auf der Brücke stets vier fahrende Züge zu gleicher Zeit zu erblicken sind. Die Züge werden von einem endlosen, zwischen den Schienen laufenden, von einer stationären Dampfmaschine mit gleichmässiger Geschwindigkeit betriebenen Drahtseil, das von einer am vordersten Wagen befindlichen Kuppelungsvorrichtung gefasst wird, geschleppt. Die Ueberführung über die Weiche vom rechten auf das linke Geleise an den beiden Kopfstationen wird durch je eine kleine Dampf-Lokomotive besorgt, welche dem abgehenden Zug auch den ersten Anstoss zur Fortbewegung ertheilt.

Nach einer kurzen Beschreibung der Niagarafälle und der im Bau befindlichen Turbinenanlagen zur Ausnützung der Wasserkräfte mittels elektrischer Kraftübertragung kam der Vortragende zunächst auf die Ausdehnung von Chicago, auf die himmelanstürmenden Geschäftshäuser

in dieser Metropole des Westens und die grossartigen maschinellen Einrichtungen zu sprechen, die in jedem einzelnen der zahlreichen Riesenbauwerke etablirt sind, und zum Zweck der Wasserversorgung, Heizung, elektrischen Beleuchtung und besonders zum Betrieb der rapid auf- und abfahrenden Waaren- und Personen-Fahrstühle, von welch' letzteren in manchen Häusern bis zu 14 Stück, jeder 15—20 Personen fassend, in ständiger Benutzung sind. Zur Bewältigung dieser Leistungen befinden sich in den Kellergeschossen jedes grösseren Hauses Dampf-Anlagen bis zu mehreren hundert Pferdekräften, kein Wunder daher, dass über der ganzen City eine undurchdringlich scheinende Rauchwolke permanent gelagert ist. Der Verkehr in den Strassen wird hauptsächlich durch Kabelbahnen von ähnlicher Einrichtung wie auf der Brooklyner Brücke besorgt, deren aus 1—2 Wagen bestehenden Züge in Zeitintervallen von kaum mehr als ½—1 Minute aufeinanderfolgen; während die Kraftstationen dieser Seilbahnen Musteranstalten maschineller Betriebe sind, ist dasselbe von den elektrischen Anlagen nicht zu rühmen. Die Art der oberirdischen Leitungsführung für Starkströme zur Beleuchtung, für telegraphische, telephonische und andere in Europa noch nicht eingeführte Zwecke, z. B. zur schleunigen Herbeirufung des Arztes, der Feuerwehr, der Polizei, eines Boten, alles bunt durcheinander an krumm gewachsenen ungehobelten Pfosten, sowie die meist gefahrvoll zusammengedrängten Maschinen der elektrischen Central-Stationen übersteigen häufig alle Begriffe des an geordnete Zustände gewöhnten deutschen Besuchers. Wenn der Vortragende erwähnt, dass er von seiner Wohnung im Herzen der Stadt, entgegen der Gewohnheit der Amerikaner einmal zu Fuss auf dem geradesten Weg nach der Weissen Stadt, wie man die columbische Ausstellung in Chicago mit Vorliebe genannt hat, gewandert sei und hierzu volle drei Stunden gebraucht habe, so gebe dies doch noch keinen Begriff von der ungeheuren Ausdehnung der Riesenstadt, welche in nordsüdlicher Richtung auf über 40 Kilometer und in ostwestlicher auf etwa 10 Kilometer sich erstrecke. Die Ausstellung selbst mit ihren prächtigen Palästen, die in klassischem Styl mit kolossaler Vergrösserung der vorbildlichen Formen aufgeführt sind, und deren grösstes, die Industriehalle, sich in den Fluthen des tückischen Michigansees spiegelt, während die übrigen ringsum von den Lagunen umspült sind, auf welchen zahlreiche elektrische Boote die Reisenden von Stelle zu Stelle führen, bedeckt ein Terrain, das ungefähr der Stadt Frankfurt innerhalb der Anlagen gleichkommt. Der Mangel von weiteren Fahrgelegenheiten war deshalb ausserordentlich fühlbar, indem die elektrische Hochbahn nur als Ringbahn angelegt war und die vielen Hunderte von Fahrstuhlschiebern den Verkehr nicht rasch genug vermitteln konnten. So grossartig und geschmackvoll die Amerikaner das ganze Aeussere der Ausstellung zu gestalten wussten, so wenig Geschmack haben die amerikanischen Aussteller in der Repräsentation

ihrer zur Schau gestellten Erzeugnisse entwickelt. Es war deshalb für die Aussteller der anderen Nationen nicht besonders schwer, wenn naturgemäss auch nicht in der Menge, so doch in der Feinheit und Sinnigkeit der Anordnung ihrer Ausstellungsgüter mit Erfolg wettzueifern. Noch bevor die Ausstellung eröffnet war, schien man allgemein geneigt, den deutschen Abtheilungen, welche in allen nach industriellen Zweigen geordneten Palästen durch die auf Reichskosten erstellten prächtigen Dekorationen sich auszeichneten, den Sieg zuzuerkennen. In reich gegliederter Architektur, durch Thurmbauten flankirt, erhebt sich in der Industriehalle ein mit der Kaiserkrone bekrönter Pavillon. im Hintergrund durch einen Aufbau überragt, auf welchem die grosse, für den Reichstagsbau bestimmte Germaniagruppe in Bronce gegossen, aufgestellt ist.

Wohl am meisten fallen hier die Erzeugnisse des deutschen Kunstgewerbes in die Augen. Hinter den drei Frankfurter schmiedeisernen Riesenthoren der Gebr. Armbrüster mit ihren kunstvollen Blumenranken, welche den Ehrenhof der deutschen Abtheilung abschliessen. erhebt sich die pompöse Ausstellung der Kgl. preuss. Porzellan-Manufaktur; dort sucht die Meissner Manufaktur mit ihren zierlichen Erzeugnissen ihrem alten Ruf Ehre zu machen und hier bietet Nymphenburg das Seinige; dazwischen eingestreut finden sich zahlreiche Ehrengeschenke unserer deutschen Grössen von hohem Werthe, in welchen die verschiedensten Materialien in der mannigfachsten künstlerischen Behandlung zu einem harmonischen Ganzen zusammengefügt sind und die höchste Bewunderung erregen. München, Berlin, Stuttgart, Karlsruhe scheinen die Pflanzstädten für diese Art von Erzeugnissen zu sein. während Frankfurt mit kostbaren Gold- und Silberschmiedearbeiten von Schürmann unter den kunstgewerblichen Erzeugnissen einen hohen Rang einnimmt. Zu einer glänzenden Collektivausstellung von Geschmeiden aller Art haben sich die Städte Hanau, Schw. Gemünd und Pforzheim vereinigt. Einen Ehrenplatz hatte man auch der Textilindustrie, welche durch die amerikanischen Zollverhältnisse so sehr zu leiden hat, eingeräumt und in langer Reihe schliessen sich die meist fürstlich ausgestatteten Gemächer unserer hoch entwickelten Möbel- und Dekorationsindustrie aneinander. Schade dass der Amerikaner nicht viel dafür giebt; er liebt einfache und sehr praktische, beinahe maschinell eingerichtete Möbelstücke. Zu einer reichhaltigen Collektivausstellung, welcher ein Colossalgemälde des Nürnberger Marktplatzes mit dem schönen Brunnen als wirksamer Hintergrund diente, hat sich die Nürnberger Industrie vereinigt und es wäre wohl zweckmässig gewesen, wenn auch die übrigen industriellen Zweige sich zu gemeinschaftlichen Ausstellungen zusammengethan hätten; es ist für das ganze Gelingen einer Ausstellung nicht vortheilhaft, wenn jeder Aussteller sein eigenes Häuschen haben will. Abschreckend in dieser Beziehung wirkte z. B. die englische Ausstellung.

In besonders grossartiger Weise und an feinem Geschmack des Arrangements von keiner anderen Ausstellung übertroffen, gab die chemische Industrie Deutschlands ein Bild ihrer Leistungsfähigkeit, das noch vollständiger gewesen wäre, wenn eine der grössten chemischen Fabriken, diejenige unserer Nachbarstadt Höchst nicht gefehlt hätte. Imposant war auch die von den deutschen Cultus-Ministerien veranstaltete Schul- und Universitätsausstellung, welche nebst den durch die Zölle nicht mehr konkurrenzfähigen deutschen Musikinstrumenten, insbesondere der Pianofortefabrikation fast den ganzen Gallerieraum über der deutschen Abtheilung eingenommen hatte. Uebte diese eigenartige Ausstellung schon äusserlich durch die zahlreichen Lehrmittel für alle wissenschaftlichen Disciplinen, durch die Darstellung unserer prächtigen Universitäts-Institute und unserer Schulpaläste, durch die Büsten unserer berühmten Gelehrten, durch die Schülerarbeiten unserer kunstgewerblichen Schulen eine Anziehungskraft auf die Gesammtheit der Ausstellungsbesucher aus, so bildeten die zahlreichen Mappenwerke eine Quelle für das Studium des Fachmannes, unergründlich, weil die kurze Zeit eines Ausstellungbesuchs nicht hinreicht, um mehr als einen oberflächlichen Einblick in die Werkstätten der deutschen Wissenschaft zu erlangen. Es darf aber hier doch nicht verschwiegen werden, dass auch Amerika in seiner erst kurz vor Eröffnung der Worlds Fair beschlossenen Nachahmung der deutschen Unterrichtsausstellung ein ebenso eigenartiges als achtunggebietendes Bild seiner Universitäten und Colleges veranstaltet hatte. Seine grösstentheils aus den Vermächtnissen wohlhabender Bürger reich dotirten Institute und deren eigenthümliche Organisation sind der Beachtung unserer Pädagogen wohl werth.

Werfen wir auf die übrigen in der Industriehalle befindlichen Abtheilungen nur einen flüchtigen Blick, so fällt bei den amerikanischen Erzeugnissen besonders die Musikinstrumenten-Industrie und die typographische Technik in ihrer die unsrige weit übertreffenden Ausführung auf, ferner die neuerdings rasch aufblühende Textilindustrie, insbesondere aber die Ausstellung verarbeiteter Metalle. Oesterreich, welches auch dort unser Nachbar ist, glänzt hauptsächlich durch die böhmischen Glaswaaren und feinere Lederarbeiten, England bietet ein höchst buntes Bild seiner alle Zweige umfassenden Industrie, Italien erdrückt mit seinen vielen reizenden Skulpturen, die Schweiz bietet hauptsächlich Uhren, die nordischen Staaten stellen ihre bekannten eigenartigen Gewerberzeugnisse aus und selbst Spanien sucht sich am Wettkampf der Industrie mit Erfolg zu betheiligen. Eine sehr einladende Ausstellung seiner kunstgewerblichen Erzeugnisse, unter welchen sich die bewundernswerthesten Prachtstücke befinden, hat Japan veranstaltet, aber die ohne Zweifel am geschicktesten arrangirte Ausstellung ist diejenige Frankreichs. Zwar einfach, jedoch mächtig wirkend in der äusseren Dekoration, lässt die ganze Anordnung eine reiche praktische Erfahrung im Ausstellungswesen sofort erkennen. In w[illegible]

thuender Einheitlichkeit, wie sie sonst nur die deutsche chemische Ausstellung freilich nur im Kleinen aufweist, haben die allerdings wenigen, aber glänzenden Industriegruppen ausgestellt. Kunstgegenstände aus Porzellan, die Broncen nach klassischen und noch viel mehr nach modernen Modellen, zierliche Saloneinrichtungen, schwere Lyoner Seidenstoffe, die Pariser Moden, feine Parfümerien, optische Waaren, alles auf zwei Etagen graziös in mächtigen Schränken mit grossen Spiegelscheiben eingeordnet, über die ganze Ausstellung ein lichtdämpfendes Dach aus leichtem Stoff gespannt, alle Gänge mit schweren Teppichen belegt, mit weichen Sitzpolstern nicht gegeizt, um in behaglicher Ruhe sich ganz in die Betrachtung der Schaustücke vertiefen zu können. Wie Vieles ist an dieser einen Abtheilung für künftige Veranstaltungen zu lernen!

Nächst der Industriehalle nahm naturgemäss die Maschinen-Ausstellung das Haupt-Interesse in Anspruch, welche in einem gewaltigen Bau von klassischer Formenschönheit mit einem der ganzen Länge nach sich erstreckenden, prächtigen Säulengange ihr Unterkommen fand. Obwohl die deutsche Abtheilung dieser Gruppe durchaus nicht ein Bild der gesammten deutschen Maschinen-Industrie darbot, so stand sie doch nicht hinter der englischen oder der französischen Ausstellung zurück, sondern durfte sich sogar der hochentwickelten, von uns Europäern aber leicht überschätzten amerikanischen Industrie kühn an die Seite setzen. Insbesondere bekundeten Werkzeugmaschinen, sowohl für Holz- als Metallbearbeitung, sowie Gas- und Dampfmaschinen eine hohe Leistungsfähigkeit des deutschen Maschinenbauers. Einen grossen Raum der Maschinenhalle nahmen die Kraft und Licht liefernden Dynamo-Maschinen ein, welche von der eigentlichen Elektricitätsausstellung zu deren Nachtheil leider getrennt waren. Während wir in Deutschland schon seit Jahren gewöhnt sind, tausendpferdige Maschinen zu sehen, fängt man in Amerika eben erst an, grössere Maschinen zu bauen, und merkwürdigerweise werden die grösseren Dynamomaschinen dort noch durch Riemen bis zu über einen Meter Breite in äusserst geräuschvoller Weise betrieben, anstatt sie direkt mit der Welle der Dampfmaschine zu kuppeln. Dagegen wiesen die zahlreichen Kessel von insgesammt vielen tausenden von Pferdekräften, die ähnlich wie auf der Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. M. von einem erhöhten Wandelgang aus zu beschauen waren, eine sehr werthvolle Neuerung in der Feuerung aus, die uns Deutschen allerdings nicht so leicht möglich ist. Sie wurden nämlich sämmtlich mit Petroleum geheizt, das von einer über 20 Meilen entfernten Petroleumquelle direkt in den Feuerraum der Kessel gepumpt wurde. Eine verhältnissmässig kleine Bedienungs-Mannschaft in weisser Kleidung konnte diese ebenso sparsame als reinliche Wartung besorgen.

Die Umschau im Elektricitätsgebäude lässt uns bald erkennen, dass auf diesem Gebiete sehr viel Neues seit der epochemachenden

Kraftübertragung mittels Drehstrom von Lauffen nach Frankfurt nicht geschaffen wurde. Die riesige Halle ist zu drei Viertel von den amerikanischen Firmen eingenommen, die theilweise recht geschmacklose Lichteffekte erzeugen und uns daneben allerdings einen Begriff geben von der vielseitigen Anwendung der Elektromotoren für alle möglichen Betriebe. Eine wirkliche Neuheit tritt uns in dem Telautograph von Elisha Gray entgegen, der in nunmehr befriedigender Weise, allerdings unter Zuhilfenahme von drei Leitungsdrähten, die auch früher schon öfter versuchte Aufgabe löst, Handschriften, Zeichnungen etc. direkt zu telegraphiren. Während hier England hauptsächlich mit Apparaten für die unterseeische Telegraphie, und Frankreich neben den historischen Gramme-Maschinen nun mit den kostbaren, für elektrisches Licht adaptirten Fresnel'schen Prismen-Aufsätzen für Leuchtthürme ein recht dürftiges Bild ihrer elektrotechnischen Industrie geben, wirkte auch hier wieder die Deutsche Abtheilung in äusserst vortheilhafter Weise. Neben der Weltfirma Siemens & Halske hat Schuckert hauptsächlich durch die zu hoher Vollkommenheit und in kolossaler Grösse ausgeführten Scheinwerfer mit parabolischem Spiegel und mit einer Leuchtkraft von Millionen Kerzen paradirt. Felten & Guilleaume überbieten mit ihrer Kabelausstellung weitaus alle anderen, Pollak zeigt den Akkumulatoren abholden Amerikanern die Vortheile der Aufspeicherung der Elektricität, Hartmann & Braun bieten ein für alle Messungen vollständig gebrauchsfertig eingerichtetes Laboratorium und die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft zeigt in zierlichem Schmuck durch eine Auswahl aus ihrer vielseitigen Fabrikation, zu welcher Bedeutung die ehemalige Edison-Gesellschaft unter deutscher Leitung gelangt ist. Auf dem Emporium des vom Reichskommissar über der ganzen deutschen Elektricitäts-Abtheilung aufgeführten, pompös wirkenden Baues ist eine historische Sammlung von elektrischen Apparaten aufgestellt, geziert mit den Büsten der Gelehrten dieses Gebietes — der Physikalische Verein hatte sich durch Uebersendung der Büsten von Sömmerring und Reis betheiligt —, über welchen allen die Kolossalbüste von Werner v. Siemens thronte. Die Reichs-Postverwaltung hatte einen grossen Theil der elektrischen Apparate und Modelle des Postmuseums in anziehender Weise zur Schau gestellt, die Physikalisch-technische Reichsanstalt und die Normal-Aichungs-Kommission sandten ihre Normalien und die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik vereinigte eine grosse Anzahl von Mechanikern zu einer glänzenden Ausstellung von Präcisions-Instrumenten für alle Gebiete der Naturwissenschaft.

Ein Blick in das Gebäude für Berg- und Hüttenwesen gibt uns einen Begriff von dem immensen Reichthum des amerikanischen Bodens, aber auch hier ragt die deutsche Abtheilung, schon von Ferne gesehen, über alles andere empor durch das kunstvolle Arrangement der v. Stumm'schen Hüttenerzeugnisse, an welche sich ausser manchen anderen

Firmen auch staatliche Bergwerksverwaltungen mit instruktiven Darstellungen des Bergbetriebs anschliessen. Reizend war insbesondere die Ausstellung der Frankfurter Deutschen Gold- und Silber-Scheide-Anstalt. Hierher gehört auch die Krupp'sche Ausstellung von Riesengeschützen, Stahlpumpen, Wellen- und Schiffsschrauben, deren Unterbringung ein eigenes grosses Gebäude nothwendig machte.

Die Halle für Verkehrswesen, das einzige Gebäude in modernem, d. h. amerikanischem Styl, mit mächtigem, durch Arabesken reich verzierten und vergoldeten Portal, im Uebrigen in nicht sehr glücklicher Weise polychrom behandelt, birgt in ihrem Innern eine ausserordentlich reiche Sammlung von Beförderungsmitteln aus allen Zeiten. Besonders interessant, auch für den Laien, gestaltete sich das Studium der Entwickelung der Eisenbahn-Fahrzeuge, deren Repräsentanten, von der ersten Lokomotive, die amerikanischen Boden befahren hatte, bis zu den mit raffinirtem Luxus eingerichteten rollenden Salons von Pullmann in historischer Gliederung vertreten sind. Auf der Gallerie dieser Halle hatte das Ingenieurwesen Gelegenheit, sich zu entfalten. Wir sind gewöhnt, das Kühnste auf diesem Gebiete in Amerika zu suchen und zu finden, um so mehr Genugthuung durfte man empfinden, auch hier wieder Deutschland mit einer hervorragenden und viel bewunderten Gruppe vertreten zu sehen, und innerhalb derselben nicht zum Mindesten unsere Frankfurter jüngeren Bauwerke, wie Bahnhof, Oper, Kanalisation u. s. w., Gebiete, auf welchen die Amerikaner auch noch viel von den deutschen Ingenieuren lernen können.

Der Palast für Ackerbauwesen, ein Gebiet, auf dem Amerika sieghaft bleibt, die Gartenbau-Ausstellung mit einer mächtigen Glaskuppel, unter welcher aber die Palmen unseres heimischen botanischen Instituts, des Palmengartens, fehlten, das Frauengebäude, mit all' dem, was Feenhände schaffen, das später vom Feuer verzehrte Kalthaus mit der grossen künstlichen Eisbahn, sollen nur erwähnt sein. Auch der Kunstpalast, der die grösste internationale Kunstausstellung enthält, die je zu Stande kommen mag, muss aus dem Rahmen dieses kurzen Berichts herausfallen, und nicht anders geht es der Fischereiausstellung, die in einem reizvollen Gebäude romanischen Styles untergebracht war, zu dessen architektonischem Schmucke die Thierwelt des Meeres in origineller Weise die Motive bilden durfte. Noch viel weniger dürfen wir uns in den zahlreichen Gebäuden aufhalten, welche von amerikanischen und europäischen Staaten theils zu Repräsentationszwecken, theils für Sonderausstellungen, meist in charakteristischen Stylarten errichtet sind. Der grossartige Bau der Vereinigten Staaten, der eine wundervolle Ausstellung des amerikanischen Kriegsdepartements, des Postdepartements, des Patentamts, eine geologische und eine zoologische und endlich eine ethnographische Ausstellung, alles in grossem Styl, für ein wochenlanges Studium enthält, dann das über

alle anderen emporragende Gebäude des Staates Illinois und das anmuthige Franziskanerkloster Californiens mit seinen reichen Schätzen sind wohl der besonderen Erwähnung werth. Und bevor wir noch einen Gang durch die Midway-Plaisance machen, wo wir den Ansiedelungen aller Nationen Besuche abstatten, und das Riesen-Ferrisrad zu einer Carousselfahrt in verticaler Drehungsebene besteigen, betreten wir noch das anheimelnde Deutsche Haus, in welchem der Reichskommissar seines Amtes waltet und in dessen weiten Räumen die graphischen Gewerbe und Kunstgewerbe Aufstellung gefunden haben. Wir dürfen uns eingestehen, dass wir auf diesem Gebiete von den Leistungen der Amerikaner weit überflügelt sind, aber diese Einsicht soll uns die Freude an den stolzen Worten nicht schmälern, welche auf dem Spruchband an der Front des Deutschen Hauses prangen, die sich in dem manchmal spiegelglatten, oft aber auch tückischen Michigansee wiederspiegelt und die da lauten: „Wehrhaft und nährhaft, voll Kraft und Eisen, voll Korn und Wein, klangvoll, gedankenreich, will ich Dich preisen, Vaterland mein!“

In einem zweiten Vortrage beschreibt der Redner eine Reise von Chicago nach St. Louis, daselbst den Besuch der grössten Brauerei der Welt, des Mainzers Anheuser-Busch, eine Fahrt nach dem meteorologischen Observatorium auf dem Pikes-Peak, über die Rocky Mountains nach der Minenstadt Leadville, der höchsten Stadt Amerikas, nach dem grossen Salzsee, einen Besuch und akustische Experimente im Tabernakel der Mormonenstadt, die Reise durch die grosse amerikanische Wüste mit der Oase Humboldt nach San Francisco, dann einen Besuch der interessanten Lealand University Stanford jr. in Santa Clara, eine Nacht auf dem Lick-Observatorium mit dem Riesen-Refraktor auf dem Mount Hamilton, um die Wunder des Himmels zu schauen. Im Weitern schildert er die Rückreise in 6 Tagen und Nächten über die landschaftlich so grossartige Oregonbahn und Northern Pacificbahn, die Industriestädte Cincinati, Pittsburgh, das prächtige Washington, einen Besuch bei Edison am Menlopark und in seinem Laboratorium in Orange, die älteste und reichste Universität von Cambridge bei Boston, die Harford-Sternwarte und endlich einen Besuch bei dem ebenso berühmten als bescheidenen Verfertiger des Lick-Refraktors, dem Optiker Alwan Clark, der eben ein noch grösseres Objektiv, einen Vierzigzöller für die neue Sternwarte in Chicago in Arbeit hatte. Vielleicht hält der Vortragende sein Versprechen, auf das eine oder andere ausführlich zurückzukommen.

Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungs-Anstalt.

In der Zusammensetzung des Elektrotechnischen Comités und des Lehrkörpers traten insofern Veränderungen ein, als sich Herr Telegraphenkassierer P. v. Nordheim durch Versetzung ausser Stande sah, sich weiter den Bestrebungen der Anstalt zu widmen. Der Zeichenunterricht, den bisher Herr Ingenieur C. Brockmann in Offenbach in entgegenkommender Weise übernommen, wurde im Interesse seiner Erweiterung an die städtische gewerbliche Fortbildungsschule angeschlossen. Beiden Herren sei auch an dieser Stelle für das liebevolle Interesse, mit dem sie sich den Bestrebungen der Anstalt zu Verfügung stellten, Dank ausgesprochen.

Dem Elektrotechnischen Comité gehörten im Vereinsjahr 1892/93 an die Herren: Ingenieur E. Hartmann, Vorsitzender, Dr. J. Epstein, Dr. Oscar May, Dr. Heinrich Rössler und Theodor Trier.

Die Anstalt wurde, wie bisher, von Herrn Dr. J. Epstein geleitet, dem Herr Marxen als Assistent zur Seite stand.

a. Lehranstalt.

Den Unterricht über Telegraphie und Telephonie, den bisher Herr v. Nordheim ertheilt hatte, übernahm Herr Oberpostdirektionssekretär Schmidt, denjenigen über Motoren Herr Ingenieur G. Bender mit bereitwilligst ertheilter Genehmigung seitens der Kaiserlichen Oberpostdirektion beziehungsweise des städtischen Tiefbauamtes. Den Zeichenunterricht ertheilte Herr Saalborn, selbst ein ehemaliger Schüler der Anstalt.

Der Unterricht in den einzelnen Fächern wurden in folgender Weise ertheilt:

Allgemeine Elektrotechnik: Herr Dr. J. Epstein, Leiter der Elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungs-Anstalt.

Dynamokunde: Derselbe.

Beleuchtungstechnik: Herr Dr. Oscar May, berathender Ingenieur für elektrische Licht- und Kraftanlagen.

Elemente und Akkumulatoren: Herr H. Massenbach, Ingenieur der Frankfurter Akkumulatorenwerke Pollak & Co.

Instrumentenkunde: Herr Ingenieur E. Hartmann in Firma Hartmann & Braun.

Motorenkunde: Herr G. Bender, Ingenieur des städtischen Tiefbauamtes.
Telegraphie und Telephonie: Herr Oberpostdirektionssekretär Schmidt.
Physik: Herr Marxen, Assistent an der Elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt.
Mathematik: Derselbe.
Zeichnen: Herr Saalborn, Lehrer an der städtischen gewerblichen Fortbildungsschule.

Die praktischen Uebungen wurden von Herrn Dr. J. Epstein in Gemeinschaft mit Herrn Marxen abgehalten.

In dem abgelaufenen Jahre gehörten die folgenden Herren als Schüler der Anstalt an.

Im Wintersemester 1892/93:

Bernhard Dambacher aus Dessau, geb. 1869,
Ferdinand Dorsch aus Nürnberg, geb. 1869,
Achilles Fross aus Basel, geb. 1871,
Ludwig Hagen aus Bremen, geb. 1869,
Karl Hauswald aus Meusslitz bei Dresden (trat vor Beendigung des Kurses aus), geb. 1848,
Paul Jankowsky aus Pr. Holland, geb. 1870,
Otto Jena aus Leipzig, geb. 1869,
Karl Pfadler aus Bonn, geb. 1869,
Georg Schmelz aus München, geb. 1868,
Friedrich Steffen aus Hildesheim, geb. 1867,
Christian Voigt aus Erfurt, geb. 1867.

Im Sommersemester 1893:

Axel Borum aus Kopenhagen, geb. 1867,
Albert Fischer aus Witten, geb. 1868,
Wilhelm Groth aus Flensburg, geb. 1866,
Franz Leopold Maul aus Mainz, geb. 1864,
Nute Nickelspourg aus Benderi in Russland, geb. 1872,
Karl H. Porsch aus Berlin, geb. 1873,
V. B. Rohde aus Kopenhagen, geb. 1866,
Fritz Seeböck aus Wien, geb. 1869,
Heinrich Wolff aus Hildesheim, geb. 1869.

Ausserdem nahmen 7 Herren als Hospitanten an einzelnen Unterrichtsfächern theil und arbeitete Herr G. Levy als Praktikant im Laboratorium. Den wie üblich im Frühjahr von Herrn Dr. W. A. Nippoldt abgehaltenen Blitzableiterkursus besuchten die Herren:

Alberti, Ingenieur, Darmstadt, (i. A. der Grossh. Centralstelle für Gewerbe).
J. Batzmüller, Spengler, Ingolstadt,
L. N. Beyerink, Elektrotechniker, Cleve,
Frank, Spengler, Augsburg-Plessee,

H. Gottschalk, Spengler, Schweinfurt,
Ernst Mack, Installateur, Frankfurt a. M.
M. Michlhaus, Spengler und Schlosser, Eger,
Jakob Molitor, Spenglermeister, Höchst a. M.,
Paul Müller, Spengler, Celle,
N. Nickelspourg, Benderi, Russland,
A. Perron, Mechaniker, Vilbel,
C. Rommershausen, Wiesbaden,
R. Sinds, Weiler bei Lindau,
H. Vest, Seiler, Oberursel,
Karl Wenzel, Spengler, Butzbach,
Zeidler, Monteur für elektrische Anlagen, Coburg.

Einen wichtigen Bestandtheil des Unterrichtes bildeten zahlreiche Exkursionen in Anlagen und Betriebe, die auch in dem abgelaufenen Jahre durch das Entgegenkommen der Betheiligten ermöglicht waren.

So wurden besucht im Winterkursus 1892/93:
Haupttelegraphenamt,
Lichtanlage im Bürgerverein,
Maschinelle Anlage im Palmengarten,
Musterlager von Gebrüder Körting,
Druckluftanlage in Offenbach a. M.,
Telephonamt,
Lichtanlage am städtischen Hafen.

Im Sommerkursus 1893 wurden besucht:
Maschinelle Anlage im städtischen Schlachthaus,
Telegraphenlinie im Bau,
Blockstation Zeil-Holzgraben,
Telephonlinie Königstein-Soden im Bau,
Neubau Eschenheimer Anlage (Hausanschluss),
Neubau Café Neuf (Lichtanlage im Bau),
Blockstation im Kaisergarten,
Maschinelle Anlage und Beleuchtung im Palmengarten,
Lichtanlage im Bürgerverein,
Städtisches Schlachthaus, (Indizirversuche),
Akkumulatorenanlage bei Gebr. Fay,
Materialienverwaltung der Oberpostdirektion,
Hartmann & Braun in Bockenheim,
Pokorny & Wittekind in Bockenheim,
Lichtanlage und Maschinenhaus des Hauptbahnhofs.

Im Anschluss an den Blitzableiter-Cursus wurden die Blitzableiteranlagen des Opernhauses, der Börse und im Zoologischen Garten besichtigt.

Die Anstalt erhielt von ihr nahestehenden Gönnern folgende Schenkungen zur Bereicherung ihrer Lehrmittel:

Tableau betr. Herstellung von Leitungsmaterial von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin.

Vier Akkumulatoren, System Khotinski von der Elektriziteits-Maatschaappy in Gelnhausen.

Zusammenstellung von Kabelproben von Herren Felten & Guilleaume in Mülheim.

Hitzdrahtvoltmeter, Wismuthspirale und Installationsmaterial System Peschel von den Herren Hartmann & Braun, Bockenheim.

Proben von Bronzedrat von Herren F. A. Hesse Söhne in Heddernheim.

Mikrophonstation von Herrn H. Kantorowicz in Posen.

Wechselstrombogenlampe von Herren Körting & Matthiessen in Leipzig.

Umlaufzähler von Herrn Dr. O. May, hier.

Voltmeter und Ampèremeter von Herrn Dr. P. Meyer in Berlin.

Mikrophon von Herren Mix & Genest in Berlin.

Proben von bimetallischem Draht von der Oberschlesischen Eisenindustrie.

Grubenlampe und Akkumulator von Herren Pollak & Co., hier.

Schutzschläuche für Leitungen von Herrn Ingenieur H. Pichler, hier.

Isolatoren, durch Blitz beschädigt von Herrn C. Rommershausen in Wiesbaden.

Elektricitätszähler von Herren Schuckert & Co., hier.

Zusammenstellung von Sicherungen, Schaltapparaten, Anlasswiderstand Minimalausschalter von Herrn Voigt & Haeffner in Bockenheim.

Elektrische Glocken, Theile von Signalapparaten von Herrn C. Theodor Wagner in Wiesbaden.

Kabelproben und Ankermodell von Herrn W. Weidenbach, hier.

Die Schülerzahl ist im abgelaufenen Jahr geringer gewesen, als in früheren Jahren. Es dürfte dies einerseits mit der allgemeinen gedrückten Geschäftslage zusammenhängen, deren Rückwirkung auch die Kreise unserer Schüler, die zum Schulbesuch grossentheils auf eigene Ersparnisse, anderntheils auf Unterstützung von Eltern oder Verwandten angewiesen sind, berührte, vor Allem aber dürfte die Verringerung der Schülerzahl in der im abgelaufenen Jahr erfolgten Gründung gleicher und ähnlicher Anstalten an anderen Orten begründet sein. Ungeachtet der verringerten Schülerzahl und der bedeutenden Ausgaben hat unsere Anstalt daran festgehalten, nur solche als Schüler aufzunehmen, deren Vorbildung vor allen Dingen inbezug auf Praxis eine Gewähr für den erfolgreichen Besuch zu bieten schien, und hat selbst denen den angemeldeten Besuch zu verschieben empfohlen, die zur Zeit zwar dem Wortlaut der Aufnahmebedingungen genügten, für die aber ein späterer Schulbesuch mehr Erfolg versprach, als zur Zeit. So hat die Anstalt vor Allem darauf hingewirkt, dass dem Eintritt eine gründliche, spezifisch-elektrotechnische Praxis voranging, dass die Aufzunehmenden vorher eine eingehende Repetition der verlangten mathematischen Vorkenntnisse (einfache Gleichungen, Proportionen, Congruenz-,

Aehnlichkeitsätze, Pythagoräischer Lehrsatz) vornahmen und wenn möglich auch Physik und technisches Zeichnen an einer gewerblichen Fortbildungsschule betrieben. Diese Bestrebungen der Anstalt sichern ihr ein der Zahl nach beschränktes, aber leistungsfähiges Schülermaterial, für das nach Besuch der Anstalt reichlich Nachfrage in der Industrie vorhanden ist, und so blickt die Anstalt unbeirrt durch die geringe Zahl ihrer Schüler mit Befriedigung auch auf das abgelaufene Jahr zurück.

b. Untersuchungsanstalt.

Das Instrumentarium der Untersuchungsanstalt erfuhr eine wichtige Bereicherung durch Beschaffung einer der neuen seitens der physikalisch-technischen Reichsanstalt beglaubigten Hefnerlampen (von Siemens & Halske bezogen). Die Durchführung der bei der physikalisch-technischen Reichsanstalt üblichen Methoden wurde ferner durch Beschaffung eines Normalwiderstandes von 0,001 Ohm (von Hartmann & Braun) und eines Normalelementes (von Fuess), beide durch die Reichsanstalt geprüft, gefördert. Ein Compensationsapparat wurde in Bestellung gegeben. Als Zwischeninstrumente wurden ein Voltmeter und ein Milliampèremeter von der Weston Electric Instrument Co. angeschafft und ferner eine Sekundenuhr für Zähleraichungen. Die älteren Normale der Anstalt wurden der Reichsanstalt zur Controlle übergeben. Für das Entgegenkommen der physikalisch-technischen Reichsanstalt bei Beschaffung der Normale und deren zum Theil kostenlose Prüfung sei hiermit wiederholter Dank ausgesprochen.

Die seitens der Elektrotechnischen Untersuchungsanstalt ausgeführten Untersuchungen bezogen sich auf Abnahmeversuche in Anlagen, Bremsung von Motoren, Prüfung von Installation und Dynamomaschinen, Akkumulatoren, Instrumenten, Prüfung von Draht und Leitungsmaterialien, Aichung und Controlle von Messinstrumenten, Photometrie von Glühlampen, Begutachtung eines Elektromotors.

An den in der Anstalt abgehaltenen Besprechungen über Fortschritte in der Elektrotechnik betheiligten sich neun Fachgenossen.

Der Vorstand des Physikalischen Vereins spricht hiermit nochmals allen denen, die ihn durch Ueberweisungen und sonstige Förderungen seiner Elektrotechnischen Anstalt unterstützten, verbindlichen Dank aus.

Chemisches Laboratorium.

Das chemische Laboratorium stand, wie im verflossenen Jahre, unter der Leitung des Docenten Herrn Dr. R. de Neufville und des Assistenten Herrn Güngerich. Die Frequenz in demselben war eine ziemlich ungleiche. Während des ganzen Jahres wurde nur von einzelnen Herren die Arbeitsgelegenheit benutzt; dagegen war, wie auch schon in früherer Zeit, der Zuspruch während der Universitätsferien ein sehr reger, so dass während der Monate April, August und September die Arbeitsplätze fast vollständig in Anspruch genommen waren. Es wurden meistens analytische und zwar qualitative und quantitative Arbeiten ausgeführt; einige Herren beschäftigten sich mit der Darstellung organischer Präparate und zwei Herren arbeiteten selbstständige Untersuchungen aus.

Die Arbeitsplätze wurden benutzt

im Wintersemester	im Sommersemester
von den Herren:	
Beck	Beck
Bodé	Fox
Dr. Epstein	Gerngross
Fox	Gutzkow
Gutzkow	Dr. Hartmann
Holthof	Hütz
Rankin	Otto
Schwabacher	Rankin
Sondheimer	Schneider
	Schwartz
	Sondheimer
	Strauss
	Wagner.

Physikalisches Cabinet und Laboratorium.

Die Leitung der physikalischen Abtheilung übernahm mit dem Beginn des Wintersemesters 1892/93 Herr Professor Dr. W. König. Die bisherigen Räume wurden in ihrer Einrichtung einer völligen Umgestaltung unterzogen. Ein grosser Theil der Apparaten-Sammlung, nämlich die Apparate zur Mechanik, Akustik, zum Galvanismus und zum Elektromagnetismus wurden in dem neuen, im zweiten Stockwerk des Vereinsgebäudes ausgebauten Raume untergebracht, um das bisher ausschliesslich als Sammlungsraum benutzte Zimmer neben dem Hörsaal frei zu machen und als Arbeitszimmer, im besonderen für die Vorbereitung der Vorlesungen einrichten zu können. Zu diesem Zwecke wurde das Zimmer ausgestattet mit einem grossen Experimentirtisch mit Schubläden, mit Spülstein, Wassertrommelgebläse, Blasetisch, Glasröhrenständer, Werkzeugschrank und Wandbrettern für Brenner, Flaschen, Stative u. a. Ebenso wurde im zweiten Zimmer des Erdgeschosses durch Entfernung des chemischen Arbeitstisches, der bisher dort gestanden hatte, Raum geschaffen für bequemes Arbeiten und für die Aufstellung einiger feineren Apparate. Die astronomischen Apparate, Tellurien, Globen u. s. w. wurden ebenfalls in den grossen neuen Raum im oberen Stockwerke untergebracht. Die ganze Sammlung erfuhr eine vollständige Durchsicht und Neuordnung und wurde in dem Masse, als die abzuhaltenden Vorlesungen es erforderten, ergänzt und vervollständigt. Die wichtigeren dieser neu erworbenen Apparate sind unter den „Anschaffungen des Vereines" bereits aufgezählt worden. Vor allem ist die Verwendbarkeit des elektrischen Projectionsapparates im Hörsaale in doppelter Weise erweitert worden, einmal durch Anschaffung der sämmtlichen, sehr kostspieligen Vorrichtungen zur objectiven Darstellung der Polarisations-Erscheinungen des Lichtes, und dann durch Anschaffung einer photographischen Camera nebst Apparaten zur photographischen Entwicklung, wodurch es den Herren Docenten ermöglicht wird, sich die Glasbilder für die elektrische Projektion selbst herzustellen. An Geschenken erhielt die Abtheilung einige Glasphotogramme nach eigenen Himmelsaufnahmen von Herrn Professor Wolf in Heidelberg und einen grossen Geysir-Apparat von Herrn Professor Andreae in Heidelberg.

Um auch der physikalischen Abtheilung die Ausführung exacter Untersuchungen zu ermöglichen, sind zwei bisher der chemischen Abtheilung zugehörige Räume des Kellergeschosses, die zur festen Aufstellung empfindlicher Apparate besonders geeignet sind, der physikalischen Abtheilung überwiesen und entsprechend ausgebaut worden. Ausserdem ist die Verwendung des im obersten Stockwerk eingerichteten Zimmers für optische Untersuchungen, die die Anwendung von Sonnenlicht erfordern, in Aussicht genommen.

Als Practicanten sind bisher thätig gewesen Herr Hütz während der Osterferien, und Herr Wertheimer während des ganzen Sommersemesters.

Mittheilungen.

Gedächtnissrede auf John Tyndall und Heinrich Hertz.

Gehalten am 13. Januar 1894

von

Prof. Dr. Walter König.

Hochgeehrte Anwesende!

Der Physikalische Verein hat den Verlust zweier hervorragender Ehrenmitglieder zu beklagen. Am 4. December des vergangenen Jahres ist der berühmte englische Physiker John Tyndall gestorben, und noch hatte ich nicht Gelegenheit gefunden, Ihre Aufmerksamkeit auf das Gedächtniss dieses Mannes hinzulenken, da traf uns bereits eine zweite erschütternde Trauerbotschaft: Heinrich Hertz war am 1. Januar des neuen Jahres einem langwierigen Leiden erlegen. Wenn ich es heute unternehme, Ihnen das Bild dieser beiden bedeutenden Gelehrten in demselben Rahmen eines einzigen Vortrages zu entwerfen, so möge das Geschick, das ihre Todesstunden so nahe an einander gerückt hat, dieses Vorhaben entschuldigen. Es bedarf einer Entschuldigung insofern, als die beiden Männer, abgesehen davon, dass sie beide Physiker waren, kaum etwas Gemeinsames haben, und in keinerlei weder äusserem noch innerem Zusammenhange mit einander gestanden haben. Wenn man sie vergleicht, — und indem wir sie neben einander stellen, vergleichen wir sie unwillkürlich — so findet man weit mehr Verschiedenheit als Uebereinstimmung, weit mehr Gegensätzliches als Gleiches, unter welchem Gesichtspunkte man sie auch betrachten mag. Selbst ihre äusseren Lebensschicksale sind so verschieden wie möglich gewesen.

Der eine entstammte kleinen Verhältnissen. Tyndall ist als der Sohn eines einfachen Mannes in einem kleinen irischen Städtchen geboren. Erst spät hat, wie er selber sagt, seine wissenschaftliche Ausbildung begonnen; bis zu seinem 19. Jahre auf der Schule, später in technischen Berufen thätig, wurde er 28 Jahre alt, ehe er den Entschluss fasste, Physik zu studiren. Nun freilich gelang es ihm schnell, sich zu einem tüchtigen Forscher heranzubilden. Nicht lange und er wurde zum Professor an die Royal Institution in London berufen, und in dieser Stellung entwickelte er sich durch die ganz eigenartige Begabung, die ihm beschieden war, zu einem der hervorragendsten Lehrer und zu einem der fruchtbarsten und glücklichsten naturwissenschaftlichen Autoren. Vierunddreissig Jahre lang füllte er diesen Posten aus, für den er sich mit Recht so geeignet empfand, dass er keinem anderen Rufe je Folge leisten wollte. Als er 1887 sein Amt niederlegte, bereitete ihm die wissenschaftliche Welt Englands eine Ehrung, die das lebhafteste Zeugniss ablegte für das Ansehen und die Anerkennung, die sich dieser Mann als Mensch, als Lehrer und Forscher in der langen Zeit seiner Thätigkeit erworben hatte. Die englischen Zeitungen rühmten damals, dass kaum jemals die führenden Geister der Nation sich so vollzählig zu Ehren eines Mannes zusammengefunden hätten, wie es bei dem Abschiedsessen für Prof. Tyndall der Fall war. Das war der glänzende Abschluss seines Lebenswerkes. Und nun ist er dahingegangen als ein schon seit langer Zeit kränkelnder Greis.

Ganz anders Heinrich Hertz! In dem Lebensalter, in dem Tyndall erst anfing, Physik zu studiren, war Hertz schon mit seinen grundlegenden Untersuchungen beschäftigt. Er stammte aus einer angesehenen und begüterten Hamburger Familie. Wir wollen nicht vergessen zu erwähnen, dass seine Mutter eine Frankfurterin war. Allerdings hat auch er sich nicht von vornherein der Wissenschaft zugewandt, in der ihm einst der Lorbeer beschieden sein sollte: das Ingenieurfach hatte er anfangs erwählt, hier in Frankfurt hat er seine Laufbahn begonnen und als junger Baueleve Böttger'sche Vorträge in unserem Vereine mit regem Interesse gehört. Während er das Studium seines Faches an den Polytechniken in Dresden und Berlin fortsetzt, erwacht in ihm die Neigung zur Mathematik und Physik. Er sattelt um; er studirt in München und Berlin, und wird hier Schüler und Assistent von Helmholtz. Um in die akademische Laufbahn einzutreten, habilitirt er sich in Kiel und folgt dann einem Rufe nach Karlsruhe. Die Nothwendigkeit des Broderwerbes durch wissenschaftliche Kleinarbeit und die damit verknüpfte Zersplitterung der Kräfte tritt nicht an ihn heran. So erreicht er von Beginn seines Studiums an eine unvergleichliche Concentrirung seiner Gedanken, seiner Arbeit, und diese setzt ihn in den Stand, schon in jungen Jahren so Ausserordentliches zu leisten, dass man nach dem

Tode von Clausius keinen besseren als ihn auf den erledigten Bonner Lehrstuhl zu berufen weiss. Das Geschick hat ihm nur noch vier Jahre auf diesem Posten vergönnt, und es ist nur eine allgemeine Klage, dass uns dieser Mann, an den sich die grössten Hoffnungen für die Entwicklung der Physik knüpften, mitten in der Vollkraft seiner Jahre entrissen worden ist.

Aber wir würden fehl gehen, wenn wir die Verschiedenheit des Bildungsganges dieser beiden Männer auch nur in grösserem Masse auf die Verschiedenheit ihrer persönlichen, ihrer familiären Verhältnisse zurückführen wollten. Was die Gestaltung eines Menschenlebens bestimmt, das ist ein Complex einer Fülle der verschiedenartigsten Motive, und es bedarf eines umfassenderen Standpunktes auch bei unseren beiden Forschern, um ihr Leben und ihr Wirken zu verstehen. Vor allem müssen wir uns Eines gegenwärtig halten, dass ein Zeitraum von 37 Jahren zwischen der Geburt dieser beiden Männer liegt. Und was für Jahre sind das gewesen! Gerade die Jahre der kräftigsten Entwicklung der physikalischen Wissenschaft. In diese Jahre fällt die Entdeckung des Satzes von der Erhaltung der Energie und die mit ihm verknüpfte ausserordentliche Festigung und Ausgestaltung des physikalischen Lehrgebäudes, und im Anschluss an diese die rasche Entwicklung und Ausbreitung physikalischer Institute, die den Zweck verfolgen, Physiker auszubilden. Als Tyndall anfing zu studiren, gab es solche Institute als öffentliche Einrichtungen überhaupt noch nicht. Das einzige, welches damals in Deutschland existirte und an dem die meisten der jetzigen älteren Physiker unseres Landes ihre experimentelle Schulung durchgemacht haben, war das Magnus'sche in Berlin, aus dem das heutige Berliner Universitäts-Institut hervorgegangen ist. Aber zu jener Zeit war es ein Privatunternehmen von Prof. Magnus.

Mitten hinein in diese wichtige Epoche als einen Altersgenossen von Thomson und Joule, von Helmholtz und Clausius, hat das Geschick John Tyndall gestellt und die Frage ist berechtigt: Welche Stellung hat Tyndall selbst in dieser Entwicklung eingenommen? Diese Frage lässt sich nicht beantworten, ohne dass wir den Kreis unserer Betrachtung abermals weiter ziehen. Denn Tyndalls Stellung ist bestimmt durch eine Eigenart seines Geistes, die ihre Kraft und Fruchtbarkeit aus einem viel weiteren Wurzelbereiche schöpfte, als ihn der engere Raum der Fachwissenschaft gewährte. Tyndall war ein Mann von sehr universellen geistigen Interessen, so recht ein Idealist der alten Schule, der sein Lebensideal in einer harmonischen Ausbildung seiner geistigen und körperlichen Kräfte suchte, voll schwärmerischer Begeisterung für alles, was gross und schön ist im Natur- und Geistesleben, ein Freund der Philosophie und schönen Litteratur. Er liebt es, wie sein Landsmann Bulwer, seinen Schriften lange Citate aus Dichterwerken, oft mehr als eines, als Motto vorauszuschicken. Er liebt es, bei seinen naturwissenschaftlichen Be-

trachtungen gelegentlich Fragen moralischer oder religiöser Natur zu streifen, und scheut es nicht, sich zuweilen mit englischen Reverends über Glauben, Wunder und Naturwissenschaft auseinanderzusetzen. Diese seine Neigungen zu einer universellen Geistesbildung, die sich so deutlich in seinen Schriften aussprechen, sie wurden bei ihm unterstützt durch eine besondere Befähigung seines Geistes. Nicht dass ihn die Natur zu einem originellen, tiefen Denker veranlagt hätte; aber ein Stück von einem Poeten steckte in ihm, und wenn ihn die Spiritisten einmal, als er einer ihrer Sitzungen beiwohnte, durch ihre immer dienstwilligen Geister als den „poet of science" bezeichnen liessen, so war das zwar ein recht plumper Köder, über den Tyndall selbst sich weidlich belustigt hat, aber es war doch nicht so ganz unberechtigt. Denn er besass, was zu den Gaben eines Poeten gehören muss, die Fähigkeit, das was ihn beschäftigte, in grösster Anschaulichkeit vor sich zu sehen und in grösster Anschaulichkeit darstellen zu können. In ihr liegen die Wurzeln seiner Kraft, auf sie gründet sich seine Stellung in der Wissenschaft und der Ruhm, der ihm nachfolgt.

Und nun bedenken Sie, dass die Entwicklungsjahre dieses Mannes von solchen Neigungen und Anlagen in eine Zeit fallen, in der in England der Ruhm deutscher Wissenschaft durch Carlyle und Andere mit Emphase verkündet wurde. Tyndall selbst hat gelegentlich geäussert, Carlyle's Bemerkungen hätten ihn deutsche Philosophie und Litteratur als eine Art Offenbarung der Götter verehren lassen. Da wird nun der Schritt verständlich, durch den Tyndall seine wissenschaftliche Entwicklung einleitete. Er hatte sich, als er 28 Jahre alt geworden war, in technischen Berufen einige hundert Pfund erspart. Davon wollte er studiren. Und was that er? Er blieb nicht in England, obwohl der unerreichte Meister des Experiments, Faraday, damals in England lebte, sondern er ging nach Deutschland. An einer deutschen Universität wollte er studiren, die deutsche universitas litterarum wollte er kennen lernen und in sich aufnehmen, und wir Deutschen können stolz darauf sein, dass er sich in seinen Erwartungen nicht betrogen gesehen hat, sondern Zeit seines Lebens ein begeisterter Lobredner deutscher Universitätsbildung geblieben ist. Das grossartigste Zeugniss für diese seine Ueberzeugung ist die Stiftung, die er 1873 in Amerika am Schlusse seiner mit ungeheurem Beifall abgehaltenen populären Vorträge aus dem Ueberschusse seiner Einnahmen machte. Er bestimmte, dass sie zwei Studenten die Mittel gewähren sollte, vier Jahre lang an europäischen Universitäten, am liebsten an einer deutschen Universität, Physik zu studiren und physikalisch zu arbeiten. Deutschland ist ihm eine zweite Heimath gewesen, in Marburg bei Bunsen und Knoblauch, in Berlin bei Magnus im Kreise junger Forscher, die heute zum überwiegenden Theil zu Deutschlands wissenschaftlichen Grössen gehören, hat er neben der allgemeinen Bildung seine physikalische Schulung gewonnen und seine ersten Arbeiten geschrieben. Seine natür-

liche Veranlagung hat ihm den Weg vorgezeichnet, den er als Forscher gegangen ist. Tyndall war zum Experimentator geboren, und eine Reihe tüchtiger experimenteller Arbeiten verdanken wir ihm, Arbeiten, die uns theils von bekannten Erscheinungen eine vertiefte Erkenntniss verschafft, theils uns neue und interessante Erscheinungen erschlossen haben. Diese Arbeiten bewegen sich auf dem Gebiete des Diamagnetismus, der Wärmestrahlung, der Akustik, und von besonderer Wichtigkeit sind wohl diejenigen Arbeiten, in denen er sich mit bakteriologischen Fragen beschäftigt und im speciellen die Lehre von der Urzeugung kräftig bekämpft hat. Die andere Seite physikalischer Forschung, die strenge mathematische Analyse der Erscheinungen, hat ihm fern gelegen und mit den grossen Problemen der Physik, bei denen Theorie und Experiment in engster Verbindung mit einander stehen müssen, finden wir daher seinen Namen nicht verknüpft. Dass er aber auch hier den Thaten Anderer mit verständnissvoller Würdigung zu folgen wusste, das müssen speciell wir Deutschen dankbar zugestehen; denn er hat sich um die Anerkennung mehr als eines deutschen Forschers in England durch warme Vertheidigung ihrer Leistungen verdient gemacht.

Aber der eigentliche Schwerpunkt der Bedeutung Tyndall's für die Wissenschaft liegt doch nicht hierin und nicht in seinen Originalarbeiten. Er liegt in der schönen Anwendung, die Tyndall von seiner Begabung anschaulicher Darstellung gemacht hat, um jenseits der Grenzen der Fachgenossen in den weitesten Kreisen der Laienwelt Verständniss und Interesse für die physikalische Forschung, ihre Errungenschaften und ihre Ziele zu erwecken. Die Stellung, die er 34 Jahre lang in London innegehabt hat, bot ihm für eine solche Thätigkeit die ausgiebigste Gelegenheit. Denn die Royal Institution ist ein Institut, ganz ähnlich unserem physikalischen Verein; sie ist durch Privatmittel gegründet und unterhalten; zwei Docenten für Chemie und Physik sind an ihr angestellt, und es werden einerseits regelmässig einmal wöchentlich Vorträge über neuere wissenschaftliche Entdeckungen für die Vereinsmitglieder abgehalten, andererseits Curse veranstaltet, die Jedermann zugänglich sind. Und nicht blos in seinem Amte, sondern als Wanderredner in den verschiedensten Städten Englands und Nordamerikas hat Tyndall gewirkt, und die Vorträge, die er gehalten hat, sind schliesslich in Buchform das Gemeingut der Gebildeten der ganzen Erde geworden. Populär zu sprechen und zu schreiben war ihm gegeben wie Keinem, und der Nutzen, den er der allgemeinen Bildung und der Wissenschaft selbst durch diese Thätigkeit geleistet hat — dieser Nutzen ist das grosse und bleibende Verdienst, das er sich um die Entwicklung der Wissenschaft in der wichtigen Phase, in die das Geschick ihn hineingestellt hatte, erworben hat.

Neben diesen beiden Seiten seiner Thätigkeit, der productiven und der reproductiven, dürfen wir endlich eine dritte nicht unerwähnt

lassen, die ihm vielleicht von allem was er that, die grösste und reinste Befriedigung gewährt hat. Wenn man sagt, Deutschland sei Tyndall's zweite Heimath gewesen, so muss man ihm auch noch eine dritte zugestehen. Das waren die Alpen. Tyndall war ein begeisterter Verehrer der Hochgebirgsnatur. Mitten in ihr, am Rande des grossen Aletschgletschers hat er sich ein Häuschen gebaut, und auf der Höhe seines Lebens hat er jährlich dort einige Zeit geweilt und Erholung von geistiger Arbeit zusammen mit erneuter Anregung aus der ihn umgebenden grossartigen Natur geschöpft. In seinem schönen Werke „Stunden der Arbeit in den Alpen“ hat er mit der ihm eigenthümlichen Frische von seinen Wanderungen berichtet. In der Einleitung dazu stellt er einige Betrachtungen über die Gründe seines Genusses an der schönen Natur an, die darauf hinauslaufen, dass diese Freude wohl ein Erbstück aus den barbarischen Zeiten wäre, da unser Geschlecht in der Thätigkeit in Bergen, Wäldern und Gewässern sein Vergnügen fand. Das ist wohl eine wunderliche Anschauung. Mir scheint die Begeisterung, die ihn für die „Arbeit in den Bergen“ beseelte, vor allem auf der Gleichmässigkeit zu beruhen, mit der alle Begabungen und Interessen seiner Natur dabei zur Bethätigung kamen. Die gleichzeitige Uebung und Ausbildung der physischen und moralischen Kräfte des Menschen durch die Ueberwindung der Gefahren der Hochalpen stand ihm obenan. Er war dem alpinen Sport mit Leib und Seele ergeben und war ein entschiedener Vertheidiger der höchsten Form dieses Sportes, des führerlosen Gehens. Aber die Berge, die er bestieg, waren ihm doch mehr als die Mittel zur Stählung seiner Muskeln und seiner Thatkraft; sie waren ihm zu gleicher Zeit Objecte der Naturbetrachtung. Der Anblick dieser Berge erfüllte ihn ebensosehr mit ästhetischem Entzücken, wie er ihn anregte zu Betrachtungen über ihr Entstehen und Vergehen. Aus diesen Wanderungen wuchsen seine Arbeiten über die Gletscher hervor, die seinen Namen auch unter den Geophysikern zu einem hochgeachteten gemacht haben. So darf man wohl sagen, dass sich gerade in diesem dritten Theile seines Lebenswerkes das Bild dieses Mannes in aller seiner Eigenart, des poetisch empfindenden Menschen, des Forschers und des ganzen thatkräftigen Mannes am vollständigsten wiederspiegelt.

Wenden wir unsere Blicke nunmehr auf Heinrich Hertz, so begegnen wir einer ganz anders gearteten Natur. Er war ein Denker, ein Mann, den der Flug des Gedankens hinweg trug über die Anschaulichkeit der sinnlichen Erscheinung zur Erkenntniss der Begriffe. Ihn interessirte nicht das einzelne wissenschaftliche Factum, sondern seine Einordnung in das Ganze, seine Zusammenfassung unter ein mathematisch formulirbares Gesetz. Höchst characteristisch ist für ihn, was er in seiner Rede auf der Heidelberger Naturforscher-Versammlung über die Maxwell'sche elektromagnetische Lichttheorie gesagt hat. Man kann — so äusserte er — diese wunderbare Theorie nicht studiren, ohne bisweilen die Empfindung zu haben, als wohne den mathematischen Formeln selbst-

ständiges Leben und eigener Verstand inne. Das ist wahrlich characteristisch für ihn; denn eben ihm war es gegeben, solches Leben in den Formeln zu erschauen. Hundert Andere hatten das gleiche Werk studirt und hatten jenes Leben nicht darin gefunden. Aber ein abstracter Mathematiker ist Hertz andererseits auch nicht gewesen. Denn nicht die Formeln als solche interessirten ihn, sondern nur insofern, als sie Träger der Naturgesetze und Spiegelbilder der realen Erscheinungen waren. Mit einem grossartigen Verständniss für theoretische Probleme verknüpften sich experimenteller Scharfblick und eine glückliche Hand. Es ist wohl kein Zweifel, dass seine anfängliche Thätigkeit als Ingenieur hier in Frankfurt und später in Dresden und Berlin für die Ausbildung seiner Geistesgaben eine gute Vorschule gewesen ist. Für seine weitere Ausbildung konnte er keinen besseren Lehrer finden als Helmholtz. Helmholtz hat in seiner akademischen Lehrthätigkeit viele Hörer gehabt; aber nur wenige von ihnen kann man als seine Schüler bezeichnen, wenigstens in dem höchsten und eigentlichen Sinne des Wortes, als rechte Erben seines Geistes. Das, was ihn so gross macht, die Tiefe seiner Gedanken, die Weite seines Blickes, das lässt sich eben nicht lehren, nicht einem Jeden beibringen. Aber da, wo eine solche Natur auf eine ihr ähnliche stösst, da wirkt sie um so befruchtender. So war es mit Hertz; er war der berufenste Schüler von Helmholtz, und in vollem gegenseitigem Verständniss gestalteten sich die Beziehungen zwischen dem Meister und dem Jünger zu einem schönen Verhältniss tief empfundener Dankbarkeit auf der einen und freudiger Anerkennung auf der andern Seite.

Um die Bedeutung dieses Mannes und seiner Arbeiten für die physikalische Wissenschaft völlig würdigen zu können, genügt es nicht, ihn selbst und seine Arbeiten im allgemeinen zu characterisieren, sondern wir müssen seine Leistungen specieller ins Auge fassen. Wenn wir mit Tyndall emporsteigen können in die reine Atmosphäre der hohen Alpengipfel, so müssen wir Hertz folgen auf die höchsten Gipfel der theoretischen Physik, auf denen uns eine noch viel dünnere Atmosphäre umweht, als auf den Gipfeln der Alpen, eine Atmosphäre von einem unwägbaren Stoffe. Den Aether hat man ihn genannt. Wenn wir das, was wir Hertz verdanken, mit kurzen Worten angeben wollen, so können wir sagen: Es ist die Physik des Aethers, zum ersten Male auf sicherer experimenteller Grundlage auferbaut als ein geschlossenes, wohlgefügtes Lehrgebäude. Die Ansätze zu einem solchen, die Bruchstücke, die Bausteine, die waren schon seit längerer Zeit, der Baugrund selbst, die Idee des Aethers schon seit langer Zeit vorhanden. Die Vorstellung, dass die Lichterscheinungen vermittelt würden durch eine unwägbare Substanz — oder wenn Ihnen diese Begriffe zu unvereinbar mit einander erscheinen, so sagen Sie ganz allgemein durch ein Prinzip, durch ein Etwas, das die Lichterscheinungen mit der ungeheuren Geschwindigkeit von 300000 km. in der Secunde fortzupflanzen im Stande

ist — diese Vorstellung ist schon 200 Jahre alt, und im Laufe dieser 200 Jahre haben wir von den Lichterscheinungen in rein formaler Hinsicht eine sehr genaue Kenntniss gewonnen. Aber nur in formaler Hinsicht, nicht in Bezug auf das physikalische Wesen dieser Erscheinungen. Es fehlte uns durchaus an einem Analogon auf anderen Gebieten der Physik, das uns berechtigen würde, dem Aether ganz bestimmte physikalische Eigenschaften zuzuschreiben. Andrerseits hatte die Entwicklung der Physik, in der zerstückelten Weise, in der sie sich naturgemäss vollzogen hatte, neben dem Lichtäther auf eine ganze Reihe anderer sogenannter Imponderabilien geführt. Dazu gehörte früher die Wärme, die nun durch die in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts gewonnenen Erkenntnisse endgültig aus der Reihe ausgeschieden ist, und dazu gehörten die sogenannten Fluida, die man sich zur Erklärung der magnetischen und elektrischen Wirkungen construirte. Der Erste, der sich von diesen Erscheinungen eine ganz andere Vorstellung aufbaute, war Faraday. Die Kräfte, die magnetisirte oder elektrisirte oder stromdurchflossene Körper aufeinander ausüben, wirken durch den Raum hindurch. Anstatt sie den Raum überspringen zu lassen, wie es die ältere Theorie that, verlegte sie Faraday in den Raum selbst. Das den Raum erfüllende Medium sollte der Träger und Vermittler dieser Wirkungen sein. Was lag dann näher als der Gedanke, dass dem Lichtäther auch diese Rolle zufalle? Aber vergebens hat Faraday sich bemüht, den von ihm geahnten Zusammenhang zwischen dem Lichte und den elektrischen Wirkungen zu erweisen. Seine Vorstellungen wurden von Maxwell in den 60er Jahren zu einer strengen, mathematischen Theorie ausgearbeitet, eben jener elektromagnetischen Lichttheorie, die ich vorhin erwähnte. Sie verfolgte die Consequenzen der Anschauung, dass der Aether die elektrischen Wirkungen vermittele; diese Wirkungen sollten sich nach dieser Theorie mit derselben Geschwindigkeit ausbreiten wie das Licht, und die Lichterscheinungen sollten ihrem Wesen nach nichts anderes sein, als elektromagnetische Inductionserscheinungen einer ganz besonderen Art. Seit dem Auftreten dieser Theorie in den 60er Jahren hing das ganze Interesse der Physiker an der Bestätigung dieser kühnen Hypothesen. Misslungene Versuche erhöhten die Spannung, und als nun nach 20 Jahren die Lösung gelang, und die Hertz'schen Versuche die ersehnte Bestätigung wirklich brachten, da machte sich diese Spannung in einer in der Wissenschaft wirklich seltenen Begeisterung Luft, einer Erregung, die sich aus den Kreisen der Fachgenossen fortpflanzte auf die Laienwelt und den Namen Hertz in kurzer Zeit über die ganze Erde trug.

Wie die Lösung gelang, das lässt sich in der Kürze dieses Abends nicht ausführlich genug, um ganz verständlich zu sein, auseinandersetzen. Ich will nur andeuten, dass diese Lösung sich in zwei Theile sondern lässt. Der erste Theil war die Auffindung eines Mittels, das überhaupt einen Weg zur Lösung des Problems eröffnete.

Schon allein die Entdeckung dieses Mittels, nämlich eines Verfahrens, sehr schnelle elektrische Schwingungen zu erzeugen, war eine ausserordentlich wichtige That, und bildet eine kostbare Bereicherung unserer physikalischen Kenntnisse und Methoden. In seiner einfachen, bescheidenen Art hat Hertz behauptet, er sei durch einen Zufall auf diese Entdeckung geführt worden. Gewiss gab ein Zufall den letzten Anlass, wie ja bei den meisten grossen Entdeckungen, aber was hätte der Zufall genützt, wenn er nicht eben Hertz passirt wäre, dessen Blick durch die Interessen und Anregungen, die er aus dem Helmholtz'schen Laboratorium mitgebracht hatte, gerade für solche Vorgänge geschärft war. An diese Entdeckung, die er 1887 in Karlsruhe machte, schlossen sich dann in rascher Folge die geistvollen Anwendungen, die er selbst von diesem Mittel zu machen wusste, und die schliesslich in dem Nachweis gipfelten, dass die elektrischen Inductionswirkungen sich mit derselben Geschwindigkeit im Raume ausbreiten, wie das Licht, und weiter noch, dass es möglich ist, Inductionswirkungen solcher Art zu erzeugen und im Raum sich fortpflanzen zu lassen, dass sie in allen wesentlichen Eigenschaften mit den Lichtstrahlen übereinstimmen. Damit war der von Faraday geahnte und von Maxwell prophezeite Zusammenhang der beiden grossen Gebiete der Optik und Elektricität auf sichere experimentelle Basis gestellt.

Das Arbeitsfeld, das Hertz den Physikern erschlossen hat, ist ein ungeheuer grosses, und es ist sofort mit allseitigem Sturmlaufen in Besitz genommen worden. Es erscheint seit Jahren kaum ein Heft einer physikalischen Zeitschrift, das nicht eine oder mehrere Arbeiten aus diesem neuen Gebiete enthielte. So war es in den Zeiten der Entdeckungen Oerstedts und Ampères, die auch eine solche Fluth von Arbeiten entfesselten, dass der damalige Herausgeber der Annalen, Gilbert, erklärte, sie nicht alle aufnehmen zu können, da seine Leser auch noch von anderem als nur von Elektromagnetismus hören möchten.

Das Werk von Hertz beschränkte sich aber nicht auf diesen experimentellen Theil, obwohl dieser unstreitig der wichtigste ist. Indem er die Weiterführung seiner Versuche Anderen überliess, unternahm er es selbst, die theoretischen Consequenzen seiner Ergebnisse zu ziehen und in zwei Arbeiten, über die Grundgleichungen der Elektrodynamik, hat er die Grundzüge einer Physik des Aethers entwickelt. Gestatten Sie mir darüber noch einige Worte. Ich sagte schon, dass die Bruchstücke zu einer Physik des Aethers bereits vorhanden waren. Aber die Schwierigkeit lag darin, dass die Erscheinungen, die man vor Hertz kannte, sich durch verschiedene Annahmen über die Eigenschaften des Aethers erklären liessen. Es gab mehrere Systeme von Lösungen, und selbst das Maxwell'sche Buch steht hierin nicht auf einem ganz klaren und einheitlichen Standpunkte. Zwischen diesen verschiedenen Systemen haben die Hertz'schen Versuche entschieden; eines

hat sich dabei als das allein richtige herausgestellt, und dieses eine System in seiner einfachsten Gestalt zu formuliren, das war die Aufgabe, die sich Hertz in seinen theoretischen Arbeiten gestellt hat, und die er in seiner Bescheidenheit einfach als eine Ausführung der Maxwell'schen Theorie bezeichnete. Er führte in ihnen den Nachweis, dass sich alle Erscheinungen der Elektricität und Optik herleiten lassen aus einigen einfachen Grundgleichungen. Diese Gleichungen repräsentiren uns also die Eigenschaften des Aethers, vermöge deren er fähig ist, alle die gedachten Wirkungen auszuüben. Nun werden Sie fragen: Wie sehen denn diese Eigenschaften aus?

Sie werden oft die Behauptung gehört haben, Hertz habe durch seine Untersuchungen das Wesen der Elektricität erklärt. Wenn Sie unter Erklären verstehen die Zurückführung der den Erscheinungen innewohnenden Gesetzmässigkeit auf ihre einfachste Form, dann ist diese Behauptung wohl richtig. Aber gemeinhin versteht man unter Erklären etwas Anderes, nämlich eine Zurückführung der Erscheinungen auf solche Vorgänge, die uns durch die sinnliche Wahrnehmung geläufig sind, im letzten Grunde also auf mechanische Vorgänge. In diesem Sinne ist die Behauptung ganz falsch. Was Hertz als die Eigenschaften des Aethers bezeichnet, das sind keine von jenen Eigenschaften, die uns von der wägbaren Materie her geläufig sind. Der Aether ist nicht schwer oder leicht, nicht fest oder flüssig, nicht elastisch oder unelastisch; er ist ausschliesslich als der Träger der elektrischen und magnetischen Wirkungen zu denken, und seine Eigenschaften können nicht anders definirt werden, als durch jene einfachsten Beziehungen zwischen elektrischen und magnetischen Kräften, auf die sich alle elektrischen Vorgänge zurückführen lassen. Eine mechanische Deutung dieser sehr merkwürdig gestalteten Beziehungen zu finden, ist bislang noch nicht gelungen. Wir kennen die Gesetze der Materie und die Gesetze des Aethers; aber die einen lassen sich noch nicht auf die anderen zurückführen, sondern beide Reiche stehen sich noch als zwei Welten verschiedener Art gegenüber. Hertz selbst hat es ausdrücklich abgelehnt, nach einer mechanischen Deutung der Erscheinungen zu suchen. Die Zurückhaltung, die er der mehr speculativen Richtung der physikalischen Forschung gegenüber bewahrte, die Beschränkung auf die Formulirung des Thatsächlichen ist höchst bezeichnend für seine Auffassung von den Aufgaben der theoretischen Physik. Um so grösseres Interesse hat die Nachricht, dass sich Hertz in seinen letzten Lebensjahren mit den Gesetzen der Welt der Materie beschäftigt und als Frucht seines Nachdenkens ein Buch über die allgemeinen Principien der Mechanik hinterlassen habe, das demnächst im Druck erscheinen wird. Wie ich von der Familie erfahre, hat er selbst über dieses Werk geäussert, er sei bei seiner Bearbeitung von ganz neuen Gesichtspunkten ausgegangen, welche bis jetzt noch nicht bekannt sind, und über welche auch noch nichts veröffentlicht worden ist. Mit berech-

tigter Spannung darf man dem Erscheinen dieses Buches entgegen sehen, und ich werde vielleicht Anlass haben, Ihnen später von seinem Inhalte zu berichten.

S. g. A.! Lassen Sie uns zum Schlusse dieser Betrachtungen noch einmal und mit berechtigtem Stolze daran denken, dass es uns vergönnt war, die beiden Männer, deren Wirken ich Ihnen heute in kurzen Zügen zu schildern versucht habe, als Ehrenmitglieder in den Listen unseres Vereins zu führen. Der eine von ihnen wurde dazu ernannt, als dieses Haus seiner Bestimmung übergeben wurde, und wenn der Name ein gutes Omen für die Weihe dieses Hauses sein sollte, so konnte kein passenderer als derjenige Tyndalls genommen werden. Er, der Meister populärer Darstellungskunst, ist das berufene Vorbild für uns Docenten an diesem Verein. Aber was wäre die Darstellungskunst, wenn ihr nicht der grosse Inhalt gegeben würde! Den verdanken wir Männern wie Hertz. So ergänzen sich beide in der Verschiedenartigkeit ihres Wesens, und beider Gedächtniss soll darum an einer Stätte, die der physikalischen Belehrung und Forschung gewidmet ist, in gutem Andenken bewahrt bleiben.

Meteorologische Arbeiten.

Das meteorologische Comité bestand im Jahre 1892/93 aus den Herren: Oberlehrer Dr. P. Bode, Prof. Dr. W. König, Dr. W. A. Nippoldt, Dr. Petersen, Baron A. v. Reinach, Sanitätsrath Dr. A. Spiess, Stadtgärtner A. Weber, Prof. Dr. E. Weber und Dr. J. Ziegler (Vorsitzender).

Die meteorologischen Arbeiten waren dieselben wie seither, erlitten jedoch vielfach Veränderungen. Nachdem unsere Beobachtungen mit Ablauf des Jahres 1892 eine genügend lange Zeit unter Beibehaltung der bisherigen Stunden (6, 2 und 10 Uhr) fortgesetzt worden sind, um eine neue Summen- und Mittel-Berechnung aus möglichst gleichmässig angestellten Beobachtungen vornehmen zu können, wurden, dem seitens des königlichen meteorologischen Instituts wiederholt geäusserten Wunsche entsprechend, vom 1. Januar 1893 an die neuen Beobachtungs-Termine: 7a, 2 und 9p eingehalten und die Tagesmittel der Lufttemperatur nach der Formel: $\frac{7a + 2p + 9p + 9p}{4}$ berechnet. In Folge der Einführung der „mitteleuropäischen Zeit" wurden die Beobachtungen nach dieser (M. E. Z.) 25 Minuten später angestellt, in den Veröffentlichungen jedoch die Zeitangaben nach Ortszeit beibehalten.

Vielseitigen Wünschen entsprechend sind unsere Zeitungsberichte neuerdings wieder in mehr tabellarischer Form gegeben worden.

Die Wettervorhersage führte Herr Prof. König aus, als Stellvertreter desselben Herr Dr. Nippoldt.

Die Beobachtungen an der Station sind von Herrn G. Perlenfein angestellt worden. An dem unteren Thermometergehäuse wurde eine zweite Schutzvorrichtung gegen abendliche Besonnung (im Sommer) angebracht und in demselben ein Haarhygrometer von Usteri-Reinacher

neu aufgestellt. Ferner ist das ältere, der Reinigung bedürftige Barometer (No. 92) durch ein neu angeschafftes Stationsbarometer (No. 1147) von Fuess ersetzt worden. Die Windstärke wurde vom 1. Juli 1893 an nach der zwölftheiligen Skala angegeben.

Das königliche meteorologische Institut zu Berlin hat bei der Einrichtung der jetzt zuweilen von Berlin aus unternommenen wissenschaftlichen Luftfahrten auch an unsere Station die Aufforderung gerichtet, gegebenen Falls durch stündliche Beobachtung der meteorologischen Elemente während der vermuthlichen Dauer der Luftfahrt die Ziele dieses Unternehmens fördern zu helfen. Unser Beobachter, Herr G. Perlenfein, ist auf telegraphische Benachrichtigung hin viermal im verflossenen Jahre in diesem Sinne thätig gewesen.

Bei unseren Regenstationen, besonders denjenigen mit selbstaufzeichnenden Apparaten sind Störungen nicht ganz zu vermeiden gewesen. Leider ist diejenige von Neuweilnau letzten Herbst — wenigstens vorläufig — eingegangen. Dagegen ist durch Herrn Gas- und Wasser-Direktor Marie Ignaz Müller in Homburg daselbst noch eine zweite hinzugekommen. Ferner wurden in Hanau auf Veranlassung der dortigen Sielbauleitung seit dem 1. Januar 1893 Niederschlagsmessungen von Herrn Materialverwalter F. W. Günther ausgeführt. Die Ergebnisse genannter Stationen sind uns in dankenswerther Weise mitgetheilt worden.

Die Grundwasserstände beobachteten die Herren Direktor S. Schiele, Hospitalmeister Ph. Reichard, Dr. Ziegler und als neu hinzugetreten Herr B. Dondorf, die des Mainwassers Herr Leonhardt, die Vegetationszeiten Herr Dr. Ziegler.

Die astronomischen Zeitbestimmungen führte Herr G. Schlesicky aus.

Von Behörden und Privaten ist das meteorologische Comité auch in diesem Jahre wieder für Auskünfte aller Art häufig in Anspruch genommen worden.

Die Witterung des Jahres 1893.

Von

Prof. Dr. Walter König.

Wenige Jahre dürften in so auffallender Weise wie das Jahr 1893 die vollkommene Unzulänglichkeit darthun, die in Bezug auf die Darstellung des meteorologischen Charakters eines Jahres den Jahresmitteln der meteorologischen Beobachtungen zukommt. Vergleicht man die Jahresmittel für 1893 mit den durchschnittlichen Jahresmitteln des 25 jährigen Zeitraumes 1857/81, so findet man nur geringfügige Differenzen, nur wenig blieben Temperatur, relative Feuchtigkeit und Niederschlagsmenge hinter dem normalen Durchschnitt zurück. Aber dieses normale Verhalten ist nur ein scheinbares. Gerade das Jahr 1893 hatte in mancher Beziehung ganz ungewöhnlich grosse Abweichungen vom normalen Witterungsverlaufe aufzuweisen, und der normale Durchschnitt kommt nur dadurch zu Stande, dass Abweichungen nach entgegengesetzten Richtungen vorkommen, die sich in der Jahressumme compensiren. Man ersieht das bereits ziemlich deutlich, wenn man als nächst kürzeren Zeitraum die Mittel der Jahreszeiten betrachtet, wozu der December 1892 mit herangezogen werden muss (vgl. die nebenstehende Tabelle). Hier springt vor allem das am meisten charakteristische Merkmal des Jahres 1893 in die Augen: die Wärme und die ganz ungewöhnliche Trockenheit des Frühjahrs, die in der ökonomischen Entwicklung des Jahres 1893 Veranlassung zu dem schweren Missstande einer allgemeinen Futternoth wurden. Der Wärme dieses Frühjahrs steht die Kälte des voraufgegangenen Winters ausgleichend gegenüber, und der Fehlbetrag an Niederschlägen in diesem Frühling wird durch den Ueberschuss an Niederschlägen im Winter 92/93 und im Herbst 93 wieder aufgebracht. Aber für eine schärfere Erfassung der eigenthümlichen zeitlichen Vertheilung der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse im Jahre 1893 sind auch die jahreszeitlichen Perioden noch zu lang. Ein wesentlich charakteristischeres Bild erhält man, wenn man die Monatswerthe in Betracht zieht. Man ersieht aus der in der Tabelle gegebenen Zusammenstellung Folgendes:

Vergleich der Temperatur- und Feuchtigkeits-Verhältnisse des Jahres 1893 mit den Durchschnittswerthen der 25jährigen Periode 1857/81.

Zeitraum	Mittelwerth der Temperatur 1893	Mittelwerth der Temperatur Durchschnitt	Mittelwerth der relat. Feucht. 1893	Mittelwerth der relat. Feucht. Durchschnitt	Niederschlagshöhe 1893	Niederschlagshöhe Durchschnitt	Zahl der Niederschlagstage 1893	Zahl der Niederschlagstage Durchschnitt
Jahr	9,7	9,9	72	75	612,5	640,0	187	165
Winter (Dec. bis Febr.)	—0,8	1,1	84	82	169,4	135,3	59	42
Frühling . .	11,2	9,7	56	66	44,9	131,0	29	41
Sommer . .	18,5	19,0	64	71	199,4	211,3	49	42
Herbst . .	9,3	9,7	82	82	205,9	159,3	54	40
Januar . . .	—5,4	0,2	86	82	40,0	47,9	19	14
Februar . . .	4,1	2,3	80	81	86,4	37,1	23	13
März	6,8	5,0	65	71	17,8	39,6	11	15
April	12,0	10,0	47	65	0,0	38,1	3	12
Mai	14,9	14,1	57	63	27,1	53,3	15	14
Juni	18,0	18,1	57	70	55,2	70,1	14	14
Juli	18,9	20,0	67	70	113,1	73,5	19	14
August . . .	18,5	18,8	69	75	31,1	67,7	16	14
September .	13,8	15,3	78	81	59,9	49,9	16	12
October . . .	10,8	9,6	84	83	79,2	54,5	19	13
November . .	3,2	4,3	83	82	66,8	54,9	19	15
December . .	1,1	0,9	87	84	35,9	50,3	13	15

Die tiefe Durchschnittstemperatur des Winters war die Folge einer in den Januar fallenden Kälteperiode, der grosse Niederschlagsreichthum dagegen die Folge der warmen, sehr trüben, ungewöhnlich regnerischen Witterung des Februar. Die ausserordentliche Trockenheit des Frühjahrs tritt auf das schärfste in der Thatsache hervor, dass im April zwar einigemal Regenfall, aber keine Niederschläge von messbarer Menge verzeichnet worden sind. Der April 1893 ist der trockenste Monat gewesen. der — wenigstens seit der Zeit der regelmässigen und sicheren Beobachtungen — d. h. seit 1836 in Frankfurt vorgekommen ist. Die niedrigste bis dahin beobachtete Monatssumme der Regenhöhe betrug 0,7 mm. für den September 1865 und den September 1890. Die Tabelle lehrt aber auch, dass nicht bloss der April, sondern auch März und Mai des Jahres 1893 ungewöhnlich trocken und warm waren. Die drei Sommermonate zeigen scharfe Verschiedenheiten, die sich im Sommermittel vollständig verwischen. Juni und August blieben in der Temperatur wenig, in der Niederschlagshöhe sehr bedeutend hinter dem Durchschnitt zurück, während der Juli entschieden kühl und ausserordentlich regnerisch war. Die drei Herbstmonate dagegen sind wieder ziemlich gleichartig; der trübe und regnerische Charakter, der

durch das Herbstmittel angedeutet ist, kommt in allen drei Monaten zum Ausdruck. Ein trocknerer, in der Temperatur ziemlich normaler December beschloss das Jahr.

Die Erkenntniss der scharfen Gegensätze, die die Werthe der meteorologischen Elemente für die einzelnen Monate aufweisen, führt zu der Forderung, diese Witterungsperioden, deren vorherrschender Einfluss sich in dem verschiedenen Charakter der einzelnen Monate ausprägt, in einer natürlicheren Abgrenzung darzustellen, als sie in der willkürlichen Eintheilung des Jahres in die 12 Kalendermonate gegeben ist. Ein Versuch dieser Art soll im Folgenden unternommen werden. Bei der Betrachtung der Witterung eines Jahres treten in der Regel und mit ziemlicher Deutlichkeit eine Reihe von Perioden mit constantem Witterungscharakter hervor. Es soll versucht werden, die Witterung des Jahres 1893 in der Reihenfolge ihrer natürlichen Perioden darzustellen. Dabei müssen zur richtigen Abgrenzung und zur vollständigen Charakterisirung der Perioden die localen Beobachtungen durch die Betrachtung der allgemeinen Wetterlage auf Grund der Wetterkarten der Seewarte ergänzt werden.

Der Beginn des Jahres fiel in eine Kälteperiode, die bereits seit dem 22. December 1892 bestand und die bis zum 20. Januar 1893, also 30 Tage lang, anhielt. Die mittlere Temperatur dieser Periode betrug —7,3° gegen 0,0° des 25jährigen Durchschnittes. Doch war die Temperatur nicht dauernd so tief und die Wetterlage nicht während der ganzen Zeit die gleiche, vielmehr lässt sich die Periode deutlich in drei Unterperioden sondern. Die erste, vom 23. bis 29. December, war charakterisirt durch die Herrschaft hohen Druckes, der sich in Form einer schmalen Zone quer über Deutschland erstreckte; dementsprechend war das Wetter klar und trocken, und bei starker Ausstrahlung und schwachen NE-Winden sank das Thermometer bis —10,1°. Eine Depression über Ostdeutschland führte am Jahreswechsel zu einem kurzen Rückgang der Kälte und mässigem Schneefall. Dann begann mit der Ausbildung eines sehr hohen Luftdruckmaximums über Finnland eine zweite Kälteepoche, ebenfalls mit schwachen, meist östlichen Winden, aber mit andauernder starker Bewölkung; das Thermometer sank bis auf —14,0°. Ein Minimum, das am 9. und 10. Januar mit Regen und Schneefall von W nach NE quer über Deutschland zog, leitete mit zeitweiser Unterbrechung der strengen Kälte eine abermalige Umgestaltung der Wetterlage ein. Es bildete sich ein Maximum im W und NW Europas aus, und ein neuer Rückfall der Temperatur begann. Eine Depression, die am 13. und 14. von Norden her mit Schneefall und wärmeren SW-Winden bis nach Central-Europa hineingriff, verschwand vor dem zugleich von W und E vordringenden hohen Drucke und bei meist klarem Wetter erreichte die Temperatur den niedrigsten Werth des Jahres —19,6° am 17. Januar. In den vier Tagen vom 16. bis 19. Januar stieg das Thermometer überhaupt nicht über —10,7°.

Die andauernde Kälte dieses Winters führte zu einem vollständigen Zufrieren des Maines; am 3. Januar schloss sich die Eisdecke und bestand darauf volle vier Wochen.

Der Einbruch eines grossen nördlichen Minimums machte am 21. Januar der Winterwitterung dieses Jahres im Wesentlichen ein Ende. Es begann eine nasse trübe Uebergangsperiode, die vom 21. Januar bis zum 19. März (58 Tage) währte. Es ist nicht bloss die Gesammthöhe der Niederschläge, welche den Regenreichthum dieser Periode charakterisirt (123,2 mm), sondern vor allem die Häufigkeit des Regenfalles. Unter den 58 Tagen waren 44 Tage mit Niederschlag, während nach dem Durchschnittswerthe etwa 28 Tage mit Niederschlag zu erwarten gewesen wären. Dieser Regenreichthum war an die fast ausschliessliche Herrschaft lebhafter, zuweilen stürmischer SW-Winde geknüpft und beide Umstände waren wiederum nur die Folgen der allgemeinen Wetterlage, die durch die Existenz grosser und tiefer Depressionen gekennzeichnet war. Zu Beginn dieser Periode wurde die Herrschaft der Minima noch einige Male durch schnell vorüberziehende Maxima unterbrochen, die jedesmal NE-Winde und Temperatur-Rückgang mit sich brachten, so vom 25. bis 29. Januar mit schwachem und vom 3. bis 6. Februar mit starkem Kälterückfall (Minimum der Temperatur —7,1°). Mit dem 7. Februar aber gelangten die Minima bis in die ersten Tage des März hinein zur Alleinherrschaft. In ununterbrochenem Zuge folgten die Depressionen aufeinander, zuweilen ganz Europa bedeckend, wie es z. B. bei dem gewaltigen Wirbel vom 9. und 10. Februar der Fall war. Den tiefsten Stand des Jahres (729,3 mm.) erreichte das Barometer in Frankfurt bei Gelegenheit eines zwar kleineren, aber ebenfalls sehr intensiven Minimums, dessen Centrum in der Nacht vom 21. zum 22. Februar unsere Gegend streifte. Während dieser Depressionsperiode war unter dem Einfluss der feuchtwarmen SW-Winde die Temperatur andauernd beträchtlich über dem Mittelwerthe; sie stieg bis zu 11,8° am 16. Februar. Auf einen schwachen Temperatur-Rückgang in der ersten Märzwoche folgte, wieder unter dem Einfluss der regnerischen SW-Winde eines grossen hoch im Norden vorüberziehenden Minimums, noch einmal eine Reihe ungewöhnlich warmer Tage; das Thermometer stieg bis 17,4° am 13. März. Die mittlere Temperatur der 38 Tage vom 7. Februar bis 16. März betrug 6,1° gegen 3,1° des 25jährigen Durchschnitts. — Schon in der ersten Märzwoche machte sich eine Umgestaltung der Wetterlage bemerkbar. Hoher Luftdruck hatte sich über das westliche und südwestliche Europa gelagert; noch einmal verdrängt durch grosse Depressionen, rückte er vom 17. bis 19. März auf der Rückseite eines tiefen über Schweden und Finnland hinziehenden Minimums abermals nach Mitteleuropa vor. Kalte NW-Stürme führten bei dieser Wetterlage zu einem heftigen Temperatursturze (mittlere Tagestemperatur am 15.: 11,2°, am 18.: —0,4°) und mit Schneesturm am 17. und

einigen kalten Tagen mit Schnee- und Regenfall fand die nasse Periode dieses Frühjahrs ihr Ende.

Mit der Herrschaft des nunmehr von W her über Deutschland sich ausbreitenden Hochdruckgebietes begann die denkwürdige Trockenperiode dieses Jahres. Sie umfasst im Ganzen 70 Tage (21. März bis 29. Mai) und sondert sich in zwei Unterabtheilungen: eine Periode vollkommener Trockenheit, die 40 Tage vom 21. März bis 29. April umfassend, und eine Periode sehr geringer Niederschläge vom 30. April bis 29. Mai. In den ersten 40 Tagen hat es zweimal geregnet, aber nicht in messbarer Menge. Die Witterung war andauernd heiter und ungewöhnlich trocken, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht. Die mittlere Bewölkung der 40 Tage war = 1; nur drei Tage hatten eine mittlere Bewölkung > 2, 25 Tage eine mittlere Bewölkung = 0; die relative Feuchtigkeit betrug im Mittel der 40 Tage 51%, sie ging bis auf 15% am 19. April herunter; ihre Tagesmittel waren vom 24. März an andauernd unter 60%. Die Luftbewegung in dieser Periode war meist gering, die Windrichtungen fast ausschliesslich N, NE und E. Diese Symptome entsprachen der allgemeinen Wetterlage, die im Gegensatz gegen die vorhergegangene Periode charakterisirt war durch das Vorherrschen hohen Druckes, oft in der Form geschlossener, über dem mittleren oder dem nordwestlichen Europa lagernder Maxima. Unter dem Einfluss der ungehinderten Sonnenstrahlung stieg die Temperatur anfangs stark und stetig an (Maximum 20,1 am 3. April); vom 12. bis 18. April trat ein Rückgang der Temperatur ein; dann folgte ein neuer starker Anstieg (bis 25,8° am 26. April). Besonders bezeichnend für die starke Wirkung der Sonnenwärme und die geringe Bewölkung ist die Grösse der täglichen Temperaturschwankung (Differenz zwischen Maximum und Minimum) in dieser Periode; der Werth stieg bis 18,2° und betrug im Mittel der 40 Tage 13,6°. Der Umschwung der Witterung in dem letzten Drittel des Monats März kam auch in der Entwicklung der Vegetation deutlich zum Ausdruck. Die Verspätung gegen die mittleren Entwicklungszeiten, die bis dahin geherrscht hatte, ging Ende März in eine beträchtliche Verfrühung über. Zum genaueren Vergleich sei auf die Tabelle der von Herrn Dr. J. Ziegler beobachteten Vegetationszeiten (S. 84) verwiesen.

Am 30. April fiel der erste schwache, doch messbare Niederschlag (0,4 mm.) Aber auch die nächsten 30 Tage waren noch durch eine ungewöhnlich geringe Niederschlagsmenge ausgezeichnet: 10,3 mm. im Ganzen; die grösste Tagesmenge betrug 2,3. Aber der Witterungscharakter war ein anderer als in den voraufgegangenen 40 Tagen; denn wenn auch die Regensumme klein war, so regnete es doch oft, an 15 von den 30 Tagen. Die relative Feuchtigkeit war durchgehend höher (ihr Mittelwerth in den 30 Tage betrug 56,3 %) und die Bewölkung schwankte um den Mittelwerth von 5, während nur zwei heitere Tage vorkamen. Die allgemeine Wetterlage war in dieser Zeit

vielfach wechselnd. Nur vorübergehend (13. und 14. Mai) lag ein Barometer-Maximum über Deutschland selbst; meist lag unsere Gegend am Rande grosser Hochdruckgebiete, die anfangs den Norden, später mehr den Nordosten und Osten Europas überdeckten. Entsprechend den Schwankungen der Druckvertheilung waren die Windrichtungen wechselnd zwischen N, NE, und E einerseits und SW andererseits. Die Temperatur war anfangs schwankend, erhob sich dann aber in der Zeit vom 9. bis 25. Mai zu andauernder ungewohnter Höhe; sie stieg auf 27,5 am 15. und 27,4 am 22. Mai und betrug im Mittel dieser 17tägigen Wärmepériode 17,4 gegen 14,4 des 25jährigen Durchschnitts.

Ein Minimum, das sich am 29. Mai über Südschweden als Theildepression entwickelte, machte am 30. Mai mit kräftigem Regenfall (16,8 mm. Niederschlagshöhe) der Trockenperiode vorläufig ein Ende. Nach kurzem Rückfall der Temperatur leiteten zwei kräftige Gewitter am 4. und 5. Juni, gefolgt von erheblichen Niederschlägen, die Sommerwitterung dieses Jahres ein, die Periode der Sommerhitze und der Sommerregen. Sie währte in scharfer Abgrenzung bis zum 23. August, und es treten in ihrem Verlaufe deutlich drei Hitzeperioden, unterbrochen einmal von einer ganz kurzen, dann von einer sehr ausgedehnten kühlen Regenperiode hervor. Nach den erwähnten beiden Gewittern trat zunächst unter dem Einflusse eines über dem nordwestlichen Europa lagernden Maximums bei N- und NE-Winden für längere Zeit (17 Tage vom 6. bis 22. Juni) heiteres trockenes Sommerwetter ein (Niederschlagshöhe trotz mehrfacher Gewitter nur 0,4 mm.). Die Temperatur stieg anfangs schwankend, dann stark. Vom 13. bis 20. Juni dauerte die erste Hitzeperiode mit einer mittleren Tagestemperatur von 21,7° und einer Maximaltemperatur von 31,5°. Eine Depression, die vom 23. bis 27. Juni das nordwestliche Europa überdeckte, brachte mit SW-Winden heftige Regenfälle (Gesammt-Niederschlagshöhe 37,6 mm.) und Rückgang der Temperatur. Dann begann Ende Juni mit der Ausbildung eines Maximums über Deutschland und dem Nordseegebiete die zweite Hitzeperiode, die vom 28. Juni bis 8. Juli währte. Das Thermometer stieg im Maximum wieder bis 31,7°, die mittlere Tagestemperatur betrug 21,8°. Der Luftdruck war in dieser Zeit ziemlich gleichmässig über Europa vertheilt, am höchsten meist im Norden; entsprechend waren N- und NE-Winde vorherrschend. Starke Gewitter am 5. Juli brachten 17,6 mm. Regenhöhe.

Am 9. Juli rückte eine Depression von Westen her nach dem Nordseegebiete und damit begann die kühle Regenperiode dieses Sommers, die bis zum 5. August dauerte. Sie war durch die fast andauernde Herrschaft flacher Depressionen bedingt, die meist über die Nord- und Ostsee hinwegzogen: W- und SW-Winde waren vorherrschend. In diesen 28 Tagen fielen 108,5 mm. Regen. Die höchste Regenmenge eines Tages im Laufe des ganzen Jahres fiel am 28. Juli in

Form eines andauernden Landregens mit 24,5 mm. Die mittlere Bewölkung dieser Periode betrug 7, und für 10 Tage war sie > 8. Entsprechend diesen Verhältnissen war die Temperatur fast andauernd unter dem Mittelwerthe, die mittlere Temperatur betrug 17,4° gegen 19,9° des 25jährigen Durchschnitts; im besonderen für die Tage vom 28. Juli bis 2. August betrug das Tagesmittel nur 13,9, und das Thermometer sank bis auf 9,6° herab.

Die Ausbildung eines Maximums über Centraleuropa machte am 6. August der Regenperiode ein Ende. Es folgte noch einmal bei hohem Druck und meist nördlichen Winden eine bis zum 20. August währende Periode trockenen und heiteren Sommerwetters (mittlere Bewölkung < 2). Die Temperatur stieg allmählich wieder an, und vom 16. bis 23. August kann man die dritte Hitzeperiode rechnen, mit einer maximalen Temperatur von 32,2 am 19. August und einer mittleren Tagestemperatur von 22,5. Auch diese Periode fand wieder ihr Ende durch das Herannahen einer grossen Depression, die vom 21. bis 27. August über das nördliche Europa hinwegzog. Auf ihrer Rückseite erfolgte vom 23. bis 27. August ein heftiger Temperatursturz (Tagesmittel 21,2° am 23., 13,9° am 27. August) und damit ein schroffer Uebergang von der Sommer- zur Herbstwitterung.

Die Herbstwitterung war durchgehend sehr unbeständig, vorherschend trüb und regnerisch. Doch concentrirte sich der Regenfall ganz besonders auf eine scharf umgrenzte Periode vom 17. September bis 18. October. Vorher war die allgemeine Wetterlage, und mit ihr die Wind-, Bewölkungs- und Temperaturverhältnisse sehr wechselnd. Nach dem Temperatursturz vom 25. bis 27. August lagerten hoher Druck über dem westlichen, Depressionen über dem nordöstlichen Europa, und bei meist nördlichen Winden war das Wetter kühl und ziemlich trocken. Dann brachte vom 6. bis 10. September eine grosse, über Nordeuropa ziehende Depression stärkeren Niederschlag und lebhafte Temperaturschwankung, und darauf folgten unter dem Einfluss eines über Mitteleuropa sich ausbildenden Maximums einige heitere Tage und ein nochmaliger stärkerer Anstieg der Temperatur (Maximum 25,2° mittlere Temperatur der Tage vom 14. bis 17. September, 17,5 gegen 14,8 des 25 jährigen Durchschnitts). Darnach begann mit dem 17. September die schon erwähnte Regenperiode, die Periode der Aequinoctialstürme, charakterisirt durch eine Folge von acht Depressionen, die hintereinander über das nördliche Europa hinwegzogen. In diesen 32 Tagen war die Bewölkung andauernd gross (im Mittel über 7), nur neun Tage waren ohne Niederschlag und die Gesammt-Regenhöhe betrug 99,8 mm. Die Temperaturverhältnisse zeigten auch in dieser Periode erhebliche Schwankungen. Doch ist es bemerkenswerth, dass in der ganzen ersten Herbstepoche, von Ende August bis zum 18. October, die Temperaturschwankungen andauernd um fast den gleichen Mittelwerth erfolgten. Man ersieht

das am besten aus der folgenden Aufzählung der Pentaden-Mittel vom 24. August bis zum 17. October, unter die des Vergleiches halber die Pentaden-Mittel des 25jährigen Durchschnittes gesetzt sind:

15,9	13,7	14,7	13,0	16,7	13,8	10,3	13,6	13,4	13,8	12,3
17,9	17,1	17,6	16,4	14,9	14,1	13,5	13,6	11,7	10,8	10,2

Nach dem ersten Temperatursturz erhielten sich also die Mittelwerthe der Temperatur lange Zeit auf derselben Höhe, wodurch der Anfang dieser Epoche zu kalt und das Ende zu warm war.

Am 18. October erfolgte ein zweiter Temperatursturz von einer mittleren Tagestemperatur von 10,3° für den 18. auf 5,9° am 19., bewirkt durch die Ausbildung eines barometrischen Maximums über Mittel- und Westeuropa, das mit einigen heiteren Tagen bei NE-Winden der Herrschaft der warm-feuchten SW-Winde vorübergehend (bis zum 25. October) ein Ende bereitete. Die Temperatur blieb nun abermals für längere Zeit auf fast gleicher Höhe, auch nachdem am 25. October von neuem Depressionen über Europa sich ausgebreitet hatten. Die Pentaden-Mittel vom 18. October bis zum 6. November sind: 8,3 8,6 6,7 7,3. Dann aber erfolgte vom 6. auf den 7. November ein dritter Temperatursturz, den man unmittelbar als Beginn der Winterwitterung betrachten kann; denn die alsbald folgenden Tage hatten bereits ausgesprochen winterlichen Character.

Im Ganzen war auch der Winter, ebenso wie der Herbst, reich an Wechsel in den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen, bedingt durch entsprechenden Wechsel der allgemeinen Wetterlage. Der erwähnte Temperatursturz war durch die Ausbildung eines hohen barometrischen Maximums nordwestlich von Europa verursacht worden. Unter dem Einfluss dieses Maximums, das sich langsam über Deutschland nach SE verschob, begann der Winter mit einer 7tägigen Periode ganz klaren kalten Wetters (7. bis 13. November); am 7. November sank das Thermometer zum ersten Male unter 0, am 12. bis auf —4,2; der Mittelwerth der Temperatur der 7 Tage betrug + 0,1°. Zwei schnell auf einander folgende Depressionen brachten vom 14. bis 20. November beträchtliche Erwärmung und starke Regenfälle (die eine 25,5, die andere 25,0 mm.). Dann folgte wechselndes, meist stark bewölktes Wetter mit sinkender Temperatur (der erste Schnee fiel am 22. Nov.), und Anfang December entwickelte sich, indem abermals hoher Luftdruck von Westen her zur Herrschaft gelangte, eine zweite kalte Periode (2. bis 9. December), anfangs mit klarem, später mit stark bewölktem Wetter, mit einer Minimaltemperatur von —8,5° und einer mittleren Temperatur von —1,3°. Eine flache Depression über Nordeuropa bewirkte am 4. December Schneefall, der eine 6 Tage andauernde, schwache Schneedecke zur Folge hatte. Dann kam wieder Thauwetter, und unter dem Einfluss einer Reihe barometrischer Depressionen, die über den Nordwesten Europas mit ihren Centren hinwegzogen, herrschte

vom 10. bis 26. December trübe, regnerische Witterung mit vorübergehender ungewöhnlicher Wärme (höchste Temperatur 10,4° am 14.). In den Weihnachtstagen aber begann sich hoher Luftdruck von SW her über Europa auszubreiten; mit nördlichen bis östlichen Winden trat Aufklärung und intensive Kälte ein, die sich bis in die Mitte des Januar erstreckte. In dieser Kälteperiode ging das Jahr zu Ende; die Temperatur sank am letzten Tage bis —8,3°.

Man ersieht aus dieser Uebersicht, dass in der ersten Hälfte des Jahres eine Tendenz der Witterung, längere Zeit hindurch einen einheitlichen Charakter zu bewahren, auf das Deutlichste zum Ausdruck kommt, während im Herbst und Winter die Wechsel der Witterung in wesentlich kürzeren Intervallen erfolgten, abgesehen von der längeren Regenperiode im September und October. Was aber das Jahr 1893 besonders auszeichnet, das ist die scharfe Gegensätzlichkeit der Perioden, — der ungewöhnlichen Trockenperiode standen drei ausgesprochene Regenperioden gegenüber, der Kälteperiode des Januar die Wärme des Frühjahrs, der kühlen Periode des Sommers drei ausgesprochene Hitzeperioden u. s. w. — ein Umstand, der, wie schon eingangs bemerkt, im Jahresmittel einen fast vollständigen Ausgleich der extremen Eigenschaften zur Folge hat.

Jahres-Uebersicht

der meteorologischen Beobachtungen zu Frankfurt am Main 1893.

Mittlerer Luftdruck		753·2	mm
Höchster beobachteter Luftdruck	am 29. December	772·9	„
Niedrigster „ „	„ 21. Februar	726·0	„
Mittlere Lufttemperatur		9·7	° C.
Höchste beobachtete Lufttemperatur	am 19. August	32·2	„
Niedrigste „ „	„ 17. Januar	—19·6	„
Höchstes Tagesmittel der Lufttemperatur	„ 19. August	24·8	„
Niedrigstes „ „ „	„ 19. Januar	—16·0	„
Mittlere absolute Feuchtigkeit		6·8	mm
„ relative „		72	%
Höhensumme der atmosphärischen Niederschläge		612·5	mm
Mittlerer Wasserstand des Mains		121	cm
Höchster „ „ „	am 4. Februar	330	„
Niedrigster „ „ „	„ 1. 2. 3. Januar	—6	„
Zahl der Tage mit Niederschlag		187	
„ „ „ „ Regen		168	
„ „ „ „ Schnee		28	
„ „ „ „ Hagel		0	
„ „ „ „ Thau		51	
„ „ „ „ Reif		32	
„ „ „ „ Nebel		19	
„ „ „ „ Gewitter		20	
„ „ „ „ Sturm		8	
„ „ beobachteten*) N-Winde		141	
„ „ „ NE „		168	
„ „ „ E „		143	
„ „ „ SE „		24	
„ „ „ S „		53	
„ „ „ SW „		366	
„ „ „ W „		81	
„ „ „ NW „		54	
„ „ „ Windstillen		65	
Mittlere Windstärke (0 bis 12)		2·3	

*) Drei Beobachtungen täglich.

Niederschlags-Beobachtungen

in der Umgebung von Frankfurt am Main im Jahre 1893.

Monats- und Jahressummen.

Wasserhöhe in Millimetern.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

Falkenstein im Taunus.
Heilanstalt.
8° 29′ ö. L. v. Gr., 50° 11′ n. Br., 410 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Dr. **B. Engelbrecht.**

39·5	125·2	31·9	0·0	38·9	43·5	148·8	33·0	71·1	109·5	73·5	44·9	759·8

Gr. Feldberg im Taunus.
8° 28′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 880 m.
Hellmann'scher Regenmesser M. 1886, 1 m. Beobachter: Gastwirth **J. G. Ungeheuer.**

53·8	116·1	27·0	0·0	21·7	41·4	152·6	49·3	88·7	136·3	54·5	46·6	788·0

Fischborn am Vogelsberg.
9° 18′ ö. L. v. Gr., 50° 23′ n. Br., 343 m.
Hellmann'scher Regenmesser M. 1886, 1·5 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

70·5	146·2	21·5	0·0	23·4	67·8	143·5	47·8	91·6	131·8	99·1	65·8	909·0

Flörsheim (Raunheim) am Main.
Kanalschleuse II.
8° 27′ ö. L. v. Gr., 50° 1′ n. Br., 90 m.
Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·00 m. Beobachter: Schleusen- und Wehrmeister **Schülbe.**

20·5	39·4	10·9	0·4	18·3	49·2	114·2	45·3	45·2	84·1	68·3	29·9	525·7

Frankfurt am Main.
Botanischer Garten.
8° 41′ ö. L. v. Gr., 50° 7′ n. Br., 102 m.
Hellmann'scher Regenmesser M. 1886, 1 m. Beobachter: Stiftsgärtner **G. Perlenfein.**

40·0	86·4	17·8	0·0	27·1	55·2	113·1	31·1	59·9	79·2	66·8	35·9	612·5

Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

Frankfurt am Main.

Hochbehälter der Wasserleitung an der **Friedberger Warte.**

8° 42′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., 146 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
[. . .]	[. . .]	4·0	0·2	20·7	42·2	102·8	16·5	50·4	62·0	(11·9)	33·0	(343·7)

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
31·1	79·4	12·7	0·4	11·5	55·8	113·8	31·0	59·6	88·4	82·3	40·9	606·9

Frankfurt am Main.

Lagerplatz des Tiefbauamtes an der **Gutleutstrasse.**

8° 40′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 97 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
[. . .]	[34·7]	7·9	0·0	18·1	42·5	115·2	16·4	40·4	60·1	51·9	[7·8]	[395·0]

Frankfurt am Main.

Kanalschleuse V. bei Niederrad.

8° 39′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 97 m.

Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·45 m. Beobachter: Schleusenmeister **Kerschke.**

Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
20·3	58·9	11·9	0·0	20·4	35·5	95·5	32·9	44·6	62·0	63·8	28·8	474·6

Frankfurt am Main.

Pumpstation der Grundwasserleitung am **Ober-Forsthaus.**

8° 39′ ö. L. v. Gr., 50° 4′ n. Br., 103 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
28·8	61·2	8·3	0·0	12·7	30·6	103·9	26·4	46·1	62·1	58·6	24·6	463·3

Frankfurt am Main

Lagerplatz des Tiefbauamtes an der **Ostendstrasse.**

8° 42′ ö. L. v. Gr., 50° 7′ n. Br., 96 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
[. . .]	[66·5]	14·9	0·0	15·5	29·1	93·7	16·2	41·6	63·8	66·4	29·4	[437·1]

Friedberg an der Usa.

8° 45′ ö. L. v. Gr., 50° 21′ n. Br.

Burg. 160 m.

Regenmesser 1·5 m. Beobachter: Seminarlehrer Professor Dr. **Heid.**

Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
28·5	64·1	7·5	0·4	28·8	57·4	158·4	20·4	53·5	76·4	53·2	30·3	579·4

Garten des Herrn **A. Trapp.** 150 m.

Hellmann'scher Regenm. M 1886, 1·0 m. Beobachter: **H. Trapp** u. Reallehrer Dr. **Egon Ihne.**

Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
34·4	74·1	12·2	0·0	30·4	57·6	166·8	39·7	78·0	94·3	84·7	23·3	695·5

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

***Gassen** an der Bieber, im Spessart.*

9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 10′ n. Br., 203 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Link.**

…0·0	149·3	40·2	0·8	23·4	48·7	132·0	40·8	82·8	150·2	92·0	54·6	874·8

***Gelnhausen** an der Kinzig.*

9° 11′ ö. L. v. Gr., 50° 12′ n. Br., 139 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

…0·3	92·4	26·4	0·2	34·4	38·0	151·9	48·0	91·8	110·9	67·5	43·2	755·0

***Hanau** an der Kinzig und dem Main.*

8° 55′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., (115) m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·57 m. Beobachter: **F. W. Günther.**

…1·5	72·8	13·8	0·0	31·0	51·0	145·1	36·1	67·5	77·3	56·6	36·4	649·1

***Herchenhain** auf dem Vogelsberg.*

9° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 29′ n. Br., 638 m.

…ellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·5 m. Beobachter: Bürgermeister **Seb. Weidner.**

…9·6	174·6	28·9	0·2	30·3	39·2	179·7	39·6	127·4	161·2	111·9	72·1	1034·7

***Höchst** am Main.*

Kanalschleuse IV.

8° 33′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 94 m.

…genmesser, M. d. Seew., 2·55 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Seitenheim.**

…1·1	64·0	11·9	0·0	19·9	36·9	98·8	33·6	44·2	61·0	45·4	33·1	469·9

***Homburg v. d. H.** im Taunus.*

8° 37′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br.

Gasfabrik. (160) m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Direktor **M. J. Müller.**

…3·0	100·6	12·7	0·0	37·5	34·0	120·3	33·4	54·5	72·6	67·5	39·1	595·2

Kurpark. 155 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Brunnenmeister **Johs. Landvogt.**

…7·4	89·3	12·5	0·2	26·5	33·1	149·5	27·5	60·6	73·3	71·6	40·7	632·2

***Idstein** an der Wörsbach, im Taunus.*

8° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 13′ n. Br., 275 m.

…llmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Ingenieur **Karl Wagener.**

…7·3	91·6	21·4	1·6	32·3	58·6	168·0	45·1	55·3	112·0	56·7	38·5	718·4

***Kassel-Grund** im Spessart.*

9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 11′ n. Br., 310 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·5 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

…8·5	125·8	42·5	0·8	31·0	40·6	134·4	44·0	84·1	164·2	89·1	56·1	881·1

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

Kostheim (Bischofsheim) am Main.
Kanalschleuse I.
8° 19′ ö. L. v. Gr., 50° 0′ n. Br., 88 m.
Regenmesser, M. d. Seewarte, 1·78 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Gottschalk.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
22·0	48·7	9·8	1·0	12·7	47·7	92·5	31·4	39·7	67·6	52·2	31·4	[illegible]

Mainz am Rhein.
8° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 0′ n. Br., 85 m.
Regenmesser, Münchener M., 1·5 m. Beobachter: Pr.-L. **W. v. Reichenau.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
31·5	45·9	6·7	0·2	11·8	39·3	91·5	25·6	43·8	67·9	49·1	30·1	[illegible]

Neuweilnau an der Weil, im Taunus.
8° 24′ ö. L. v. Gr., 50° 19′ n. Br., 350 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: **Aug. Henrici.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
46·8	120·5	29·6	0·7	...	55·6	154·0	51·4	94·8	...	...	...	[illegible]

Obermüller an der Bieber, im Spessart.
9° 23′ ö. L. v. Gr., 50° 9′ n. Br., 319 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·50 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
72·4	150·4	28·4	0·9	24·7	42·6	126·2	41·5	86·5	155·4	99·3	64·0	[illegible]

Ober-Reifenberg im Taunus.
8° 26′ ö. L. v. Gr., 50° 15′ n. Br., 600 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Kgl. Förster **A. Ubach.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
20·9	62·6	32·9	0·0	18·5	57·0	160·6	40·0	79·6	132·5	30·8	17·4	[illegible]

Okriftel (Kelsterbach) am Main.
Kanalschleuse III.
8° 31′ ö. L. v. Gr., 50° 3′ n. Br., 106 m.
Regenm., M. d. Seewarte, 2·63 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Harwardt** u. **Hard**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
30·9	64·7	13·4	0·0	15·8	40·5	128·6	38·7	49·3	76·3	65·3	39·4	[illegible]

Orb im Spessart.
9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 181 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·1 m. Beobachter: **A. Koch.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
48·5	153·1	23·5	0·0	41·1	36·5	88·2	11·0	46·6	...	...	...	[illegible]

Saalburg bei Homburg im Taunus.
Forsthaus.
8° 34′ ö. L. v. Gr., 50° 16′ n. Br., 418 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1 m. Beobachter: **W. Burkhardt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
49·9	147·1	31·1	1·0	27·9	44·8	145·5	36·5	85·5	121·4	83·4	56·2	[illegible]

Salz am Vogelsberg.

9° 22′ ö. L. v. Gr., 50° 26′ n. Br., 385 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Bürgermeister **Ruth.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
56·1	154·1	24·4	0·5	57·5	56·6	148·7	40·5	96·9	179·2	112·2	62·0	988·7

Schlierbach an der Bracht, am Vogelsberg.

9° 18′ ö. L. v. Gr., 50° 15′ n. Br., 161 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·05 m. Beobachter: **Wörner.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
69·0	160·7	27·0	0·3	35·7	31·9	141·0	46·3	117·8	140·3	94·3	60·5	924·8

Schmitten an der Weil, im Taunus.

8° 27′ ö. L. v. Gr., 50° 16′ n. Br., 450 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1·35 m. Beobachter: Lehrer **Fr. Reinhard.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
57·2	118·9	49·5	0·6	21·4	46·8	145·2	39·3	45·7	169·5	79·3	51·5	824·9

Soden am Taunus.

8° 30′ ö. L. v. Gr., 50° 9′ n. Br., (150) m.

Dove'scher Regenmesser 2 m. Beobachter: Lehrer **K. Presber.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
38·7	126·5	20·7	0·0	31·6	51·1	120·3	48·4	52·6	90·7	73·4	54·5	708·5

Staufen im Taunus.

Villa v. Reinach.

8° 25′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., 405 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Förster **W. Horn.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
42·4	90·3	19·2	0·1	30·4	37·9	113·6	42·9	46·9	93·3	52·4	38·5	607·9

Treisberg im Taunus.

8° 26′ ö. L. v. Gr., 50° 18′ n. Br., 550 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1·6 m. Beobachter: Lehrer **Landsiedel.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
...	...	...	...	13·5	39·6	153·2	33·8	91·2	139·1	98·1	41·7	[610·2]

Wiesbaden am Taunus.

8° 13′ ö. L. v. Gr., 50° 5′ n. Br., 111 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Konservator **August Römer.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
40·9	73·5	12·4	0·0	21·6	53·5	84·0	45·2	49·8	83·5	64·2	38·7	567·3

Wirtheim an der Kinzig.

9° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 13′ n. Br., 135 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·25 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
59·9	126·9	34·5	0·5	27·7	48·1	143·8	49·8	122·0	136·9	88·7	50·2	889·0

Vegetationszeiten in Frankfurt am Main

beobachtet von *Dr. Julius Ziegler* im Jahre 1893.

Bo. s. = Blattoberfläche sichtbar; *e. Bth.* = erste Blüthe offen; *Vbth.* = V… blüthe, über die Hälfte der Blüthen offen; *e. Fr.* = erste Frucht reif; *a. Fr.* = allgemeine Fruchtreife, über die Hälfte der Früchte reif; *a. Lbv.* = allgemein… Laubverfärbung, über die Hälfte der Blätter verfärbt; *a. Lbf.* = allgemeiner La… fall, über die Hälfte der Blätter abgefallen. Die eingeklammerten Angaben … nur annähernd genau. Die zur Vergleichung dienenden Mittel sind aus den 24 Jahren 1867 bis 1890 berechnet.

Monat	Tag	Name der Pflanze	Vegetations-Stufe	Abweichung vom Mittel Tage voraus	später
Februar	18	Corylus Avellana, Haselnuss	*e. Bth.*	. .	[illegible]
März	3	Galanthus nivalis, Schneeglöckchen	*e. Bth.*	. .	[illegible]
	4	Leucojum vernum, Frühlingsknotenblume	*e. Bth.*	. .	[illegible]
	10	Crocus luteus, gelber Safran	*e. Bth.*	. .	[illegible]
	15	Cornus mas, gelber Hartriegel	*e. Bth.*	. .	2
	19	Anemone nemorosa, Windröschen	*e. Bth.*	5	
	29	Ribes rubrum, Johannisbeere	*e. Bth.*	9	
	30	Prunus Armeniaca, Aprikose	*e. Bth.*	6	
	31	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*Bo. s.*	4	
April	2	Prunus avium, Süsskirsche	*e. Bth.*	9	
	4	Prunus spinosa, Schlehe	*e. Bth.*	8	
	5	Pyrus communis, Birne	*e. Bth.*	11	
	5	Ribes rubrum, Johannisbeere	*Vbth.*	12	
	6	Persica vulgaris, Pfirsich	*e. Bth.*	8	
	6	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde	*Bo. s.*	15	
	7	Prunus avium, Süsskirsche	*Vbth.*	12	
	9	Persica vulgaris, Pfirsich	*Vbth.*	12	
	10	Pyrus Malus, Apfel	*e. Bth.*	14	
	11	Pyrus communis, Birne	*Vbth.*	14	
	11	Vitis vinifera, Weinrebe	*Bo. s.*	14	
	12	Syringa vulgaris, Syringe	*e. Bth.*	16	
	14	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*e. Bth.*	14	
	20	Pyrus Malus, Apfel	*Vbth.*	17	
	23	Syringa vulgaris, Syringe	*Vbth.*	17	
	25	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*Vbth.*	15	
Mai	7	Sambucus nigra, Hollunder	*e. Bth.*	15	

Monat	Tag	Name der Pflanze	Vegetations-Stufe	Abweichung vom Mittel. Tage voraus	zurück
Mai	24	Prunus avium, Süsskirsche	*e. Fr.*	15	. .
	25	Sambucus nigra, Hollunder	*Vbth.*	16	. .
	25	Vitis vinifera, Weinrebe	*e. Bth.*	20	. .
Juni	1	Ribes rubrum, Johannisbeere	*e. Fr.*	16	. .
	5	Vitis vinifera, Weinrebe	*Vbth.*	21	. .
	8	Castanea vesca, zahme Kastanie	*e. Bth.*	11	. .
	11	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . .	*e. Bth.*	12	. .
	13	Lilium candidum, weisse Lilie	*e. Bth.*	11	. .
	14	Castanea vesca, zahme Kastanie	*Vbth.*	13	. .
	14	Ribes rubrum, Johannisbeere	*a. Fr.*	17	. .
	(14)	Prunus avium, Süsskirsche	*a. Fr.*	(12)	. .
	19	Lilium candidum, weisse Lilie	*Vbth.*	12	. .
	(19)	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . . .	*Vbth.*	(12)	. .
	21	Catalpa syringaefolia, Trompetenbaum .	*e. Bth.*	12	. .
	29	Catalpa syringaefolia, Trompetenbaum .	*Vbth.*	14	. .
	30	Prenanthes purpurea, Hasenlattich . . .	*e. Bth.*	11	. .
Juli	14	Sambucus nigra, Hollunder	*e. Fr.*	22	. .
August	6	Colchicum autumnale, Herbstzeitlose . .	*e. Bth.*	22	. .
	12	Sambucus nigra, Hollunder	*a. Fr.*	15	. .
	(18)	Vitis vinifera, Weinrebe	*e. Fr.*	(15)	. .
	(29)	Colchicum autumnale, Herbstzeitlose . .	*Vbth.*	(13)	. .
Septbr.	1	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*e. Fr.*	12	. .
	16	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Fr.*	11	. .
Oktbr.	(5)	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . . .	*a. Lbv.*	(12)	. .
	(6)	Vitis vinifera, Weinrebe	*a. Fr.*	(13)	. .
	12	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Lbv.*	(6)	. .
	(18)	Vitis vinifera, Weinrebe	*a. Lbv.*	(2)	. .
	26	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Lbf.*	4	. .
	(28)	Prunus avium, Süsskirsche	*a. Lbv.*	. .	(5)

Tabelle der Grundwasser-Schwankungen in Frankfurt am Main im Jahre 1893.

Höhe des Wasserstandes über dem Nullpunkt des Mainpegels in Centimetern.

Ort der Brunnen	Gutleutstrasse 204 (Südlich.) Dir. Schiele.	Gutleutstrasse 204 (Nördlich.) Dir. Schiele.	Bockenheimer Landstrasse 136 (neue Fabrik) B. Dondorf.	Stiftstr. 30 Bürgerhosp. Hapm. Reichard.	Feldstrasse 8 Dr. Julius Ziegler.
Höhe des Terrains über dem Nullpunkt des Mainpegels.	593	642	1085	1121	1292
Höhe der Sohle des Brunnens über dem Nullpunkt des Mainpegels.	−144	−301	+285	−16	+909
2. Januar	91	88	665	545	Brunnen
9. „	88	88	665	588	leer.
16. „	84	87	665	556	...
23. „	80	88	665	566	...
30. „	76	88	665	585	...
6. Februar	78	95	670	604	...
13. „	78	99	673	615	...
20. „	81	102	690	611	..
27. „	85	105	696	592	...
6. März	89	109	715	578	...
13. „	95	115	727	579	..
20. „	102	118	730	574	..
27. „	107	121	730	569	...
3. April	111	124	720	566	...
10. „	113	125	716	564	933
17. „	115	125	715	563	930
24. „	115	123	715	561	927
1. Mai	115	122	716	560	922
8. „	114	120	715	551	919
15.	114	119	708	553	916
[illegible]	114	[illegible]	[illegible]	[illegible]	914

12. „	110	111	703	543	914
19. „	110	109	705	540	914
26. „	108	107	705	543	914
3. Juli	107	105	680	542	915
10. „	106	103	680	546	915
17. „	106	102	680	547	914
24. „	105	101	679	548	914
31. „	106	100	679	560	914
7. August	105	99	677	552	915
14. „	105	98	676	550	914
21. „	105	98	674	555	914
28. „	104	97	670	551	. . .
4. September	103	96	670	554	. . .
11. „	102	95	669	550	914
18. „	102	95	669	550	914
25. „	101	93	675	553	914
2. Oktober	103	93	673	559	. . .
9. „	104	94	673	554	. . .
16. „	104	95	673	552	(914)
23. „	105	95	673	552	. . .
30. „	106	95	673	556	914
6. November	108	98	673	557	914
13. „	108	98	673	550	(913)
20. „	112	103	673	561	913
27. „	113	105	673	563	913
4. December	116	108	677	564	(913)
11. „	117	109	678	566	. . .
18. „	116	109	678	563	. . .
25. „	119	112	678	564	Brunnen leer.
Grösste Differenz im ganzen Jahre	43	38	65	77	(20)

Berichtigungen.

Auf Seite 123 des Jahresberichtes für 1891/92 ist die Regenhöhe für Schmitten irrthümlich mit 86·5 statt 44·9 mm. im Januar und 622·7 statt 581·1 mm. im Jahre 1892 angegeben worden, indem die bereits in der Summe des December 1891 enthaltene, aber erst am 4. Januar 1892 gemessene Niederschlagshöhe der letzten Tage des Jahres 1891 im Januar 1892 nochmals in Anrechnung gebracht worden war.

Die Niederschlagshöhe vom Oktober 1892 betrug im Kassel-Grund nicht 89·5 sondern 91·5 mm., die Jahressumme dementsprechend 672·9 mm

In den 6 letzten Monatstabellen, Juli bis December 1893, ist der Kopf zur Windrichtung und -Stärke unverändert stehen geblieben; es muss dort jedoch heissen: „Orkan = 12“ und am Fuss „Sturmtage“: „(8 bis 12 der Skala)“

In der September-Tabelle dieses Jahres ist die mittlere Temperatur der Pentade vom 13. bis 17. September = 16,7 statt 12,7 zu setzen.

Inhalt.

und Num | Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
der The | Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

…tigkeit Tagesmittel	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
89	. . .	. . .	—6	. . . .	1
93	1	Schnd	—6	. . . .	2
96	2	Schnd.	− 6	Main zu	3
92	2	Schnd.	16	. . . .	4
94	2	Schnd.	36	. . . .	5
86	2	Schnd.	44	. . . .	6
80	1	Schnd	48	. . . .	7
86	1	Schnd.	48	. . . .	8
81	0	Schnd.	46	. . . .	9
85	3	Schnd.	46	. . . .	10
74	3	Schnd.	54	. . . .	11
79	3	Schnd.	48	. . . .	12
90	3	Schnd.	48	. . . .	13
93	10	Schnd.	40	. . . .	14
79	14	Schnd	37	. . . .	15
88	14	Schnd.	37	. . . .	16
88	11	Schnd.	35	. . . .	17
91	10	Schnd.	35	∞ a - p	18
89	10	Schnd.	32	∞ a	19
83	9	Schnd.	32	∞ a	20
88	13	Schnd.	32	⌣ 2·5 - 2¼ p	21
76	15	Schnd.	45	. . . .	22
86	21	Schnd	45	. . . .	23
90	18	Schnd.	42	. . . .	24
91	13	Schnd.	48	. . . .	25
88	6	Schnd.	45	. . . .	26
79	5	Schnd.	55	. . . .	27
77	5	Schnd.	55	. . . .	28
83	5	Schnd.	53	. . . .	29
88	2	Schnd.	52	. . . .	30
88	0	. . .	72	. . . .	31
86	. . .	29 Tage.	39 Mittel.		

…ahl der T…l
" "
" "
" "
" "
" "
" "

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Jan. 1 - 5.	— 8·5
„ 6 - 10.	— 3·2
„ 11 - 15	— 8·8
„ 16 - 20	—14·3
„ 21 - 25.	— 0·8
„ 26 - 30	1·5

Höchste beobachtete Schneedecke	21 cm. am 23.
Höchster Wasserstand des Mains	72 cm. am 31.
Niedrigster Wasserstand des Mains	— 6 cm. am 1, 2 u 3.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9 h a (cm)	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
. .	. . .	. . .	104	Main auf	1
. .	. . .	. . .	210	⌣ 8 - 12 p.	2
. .	. . .	. . .	316	⌣ 12 - 5 a.	3
. .	. . .	. . .	330	. . . .	4
. .	. . .	. . .	306	. . . .	5
. .	. . .	. . .	265	. . . .	6
. .	. . .	. . .	180	. . . .	7
. .	. . .	. . .	102	. . . .	8
. .	. . .	. . .	80	. . . .	9
. .	. . .	. . .	80	⌣ 3 - 6 a, 7 - 9 p.	10
. .	. . .	. . .	120	. . . .	11
. .	. . .	. . .	182	. . . .	12
. .	. . .	. . .	218	. . . .	13
. .	. . .	. . .	236	. . . .	14
. .	. . .	. . .	272	. . . .	15
. .	. . .	. . .	276	. . . .	16
. .	. . .	. . .	200	. . . .	17
. .	. . .	. . .	160	. . . .	18
. .	. . .	. . .	168	. . . .	19
. .	. . .	. . .	162	. . . .	20
. .	. . .	. . .	158	. . . .	21
. .	. . .	. . .	160	. . . .	22
. .	. . .	. . .	167	. . . .	23
. .	. . .	. . .	174	. . . .	24
. .	. . .	. . .	170	. . . .	25
. .	. . .	. . .	166	. . . .	26
. .	. . .	. . .	161	. . . .	27
. .	. . .	. . .	158	Nadelwehr aufgestellt.	28
	. . .	0 Tage.	189 Mittel.		

urde
4 Mal
55 „
7 „
1 „
2 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Jan. 31 – 4. Fbr.	3·0
Fbr. 5 – 9	0·2
„ 10 – 14.	4·6
„ 15 – 19	5·8
„ 20 – 24	4·7
„ 25 – 1. Mrz	7·2

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	330 cm. am 4.
Niedrigster Wasserstand des Mains	80 cm. am 9. u. 10

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

…nee-…he …a m	Schnee-decke 12h m	Wasser-höhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. .	. . .	154	. . . .	1
. .	. . .	152	. . . .	2
. .	. . .	154	. . . .	3
. .	. . .	156	. . . .	4
. .	. . .	160	. . . .	5
. .	. . .	167	. . . .	6
. .	. . .	174	. . . .	7
. .	. . .	160	. . . .	8
. .	. . .	153	. . . .	9
. .	. . .	146	. . . .	10
. .	. . .	142	. . . .	11
. .	. . .	138	. . . .	12
. .	. . .	140	. . . .	13
. .	. . .	138	. . . .	14
. .	. . .	132	. . . .	15
. .	. . .	132	. . . .	16
. .	. . .	131	3¼-3½ p. (Schneesturm)	17
. .	. . .	129	3-5 p.	18
. .	. . .	129	. . . .	19
. .	. . .	132	. . . .	20
. .	. . .	134	. . . .	21
. .	. . .	132	. . . .	22
. .	. . .	132	. . . .	23
. .	. . .	128	. . . .	24
. .	. . .	128	. . . .	25
. .	. . .	127	. . . .	26
. .	. . .	126	. . . .	27
. .	. . .	122	. . . .	28
. .	. . .	122	. . . .	29
. .	. . .	124	. . . .	30
. .	. . .	124	. . . .	31
. .	0 Tage.	139 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
März 2 - 6.	5·8
„ 7 - 11.	7·0
„ 12 - 16	10·1
„ 17 - 21.	2·9
„ 22 - 26.	7·3
„ 27 - 31	7·7

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	174 cm. am 7.
Niedrigster Wasserstand des Mains	122 cm. am 28. 29.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
. .	. . .	. . .	122	Die Beobachtungsstunden sind wie bisher	1
. .	. . .	. . .	122	in Ortszeit angegeben.	2
. .	. . .	. . .	122	. . . .	3
. .	. . .	. . .	121	. . . .	4
. .	. . .	. . .	120	. . . .	5
. .	. . .	. . .	120	. . . .	6
. .	. . .	. . .	125	. . . .	7
.	. . .	. . .	125	. . . .	8
. .	. . .	. . .	124	. . . .	9
.	. . .	. . .	125	. . . .	10
.	. . .	. . .	121	. . . .	11
.	. . .	. . .	121	. . . .	12
.	. . .	. . .	122	. . . .	13
.	. . .	. . .	125	. . . .	14
.	. . .	. . .	125	. . . .	15
.	. . .	. . .	124	. . . .	16
.	. . .	. . .	124	. . . .	17
.	. . .	. . .	127	. . . .	18
.	. . .	. . .	118	. . . .	19
.	. . .	. . .	122	. . . .	20
.	. . .	. . .	124	. . . .	21
.	. . .	. . .	124	. . . .	22
.	. . .	. . .	125	. . . .	23
.	. . .	. . .	122	. . . .	24
.	. . .	. . .	120	. . . .	25
.	. . .	. . .	120	. . . .	26
.	. . .	. . .	120	∞[1]	27
.	. . .	. . .	120	. . . .	28
.	. . .	. . .	121	. . . .	29
.	. . .	. . .	121	. . . .	30
	. . .	0 Tage.	123 Mittel.		

ırde
1 Mal
5 „
2 „
5 „
1 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Apr. 1 - 5.	12·0
„ 6 - 10.	12·6
„ 11 - 15	7·5
„ 16 - 20.	12·3
„ 21 - 25	14·9
„ 26 - 30.	12·5

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	127 cm. am 18.
Niedrigster Wasserstand des Mains	118 cm. am 19.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·5 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

…nee-höhe …h a (cm)	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
. .	. . .	120	. . . .	1
. .	. . .	118	. . . .	2
. .	. . .	118	. . . .	3
. .	. . .	118	. . . .	4
. .	. . .	121	. . . .	5
. .	. . .	121	. . . .	6
. .	. . .	118	. . . .	7
. .	. . .	121	. . . .	8
.	. . .	124	. . . .	9
. .	. . .	124	. . . .	10
. .	. . .	122	. . . .	11
. .	. . .	122	. . . .	12
. .	. . .	124	. . . .	13
. .	. . .	124	. . . .	14
. .	. . .	122	. . . .	15
. .	. . .	120	. . . .	16
. .	. . .	120	⚡° 10·10 p.	17
. .	. . .	122	. . . .	18
. .	. . .	122	. . . .	19
. .	. . .	120	. . . .	20
. .	. . .	120	. . . .	21
. .	. . .	121	T° 3·28 - 3·30 p.	22
. .	. . .	118	. . . .	23
. .	. . .	112	. . . .	24
. .	. . .	122	. . . .	25
. .	. . .	122	. . . .	26
. .	. . .	123	. . . .	27
. .	. . .	123	. . . .	28
. .	. . .	120	. . . .	29
. .	. . .	122	. . . .	30
. .	. . .	122	. . . .	31
. .	0 Tage.	121 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Mai 1 – 5.	12·5
„ 6 – 10	11·4
„ 11 – 15	16·6
„ 16 – 20.	17·7
„ 21 – 25.	18·7
„ 26 – 30	13·5

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	124 cm. am 9. 10. 13. 14.
Niedrigster Wasserstand des Mains	112 cm. am 24

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
.	. . .	. . .	118	. . . .	1
.	. . .	. . .	122	. . . .	2
.	. . .	. . .	120	. . . .	3
.	. . .	. . .	120	T^{1} 1·35 - 2·35 p.	4
. .	. . .	. . .	122	T^{1} 3·5 - 4 p.	5
. .	. . .	. . .	120	. . . .	6
.	. . .	. . .	122	. . . .	7
. .	. . .	. . .	122	. . . .	8
. .	. . .	. . .	121	. . . .	9
.	. . .	. . .	120	T^{0} 2·47 p. (1mal Donner)	10
.	. . .	. . .	120	. . . .	11
.	. . .	. . .	118	. . . .	12
. .	. . .	. . .	118	. . . .	13
.	. . .	. . .	116	. . . .	14
.	. . .	. . .	118	⚡[1] 1·30 - 2·10 p.	15
.	. . .	. . .	122	T^{0} 12·21 p. (1mal Donner)	16
.	. . .	. . .	122	. . . .	17
.	. . .	. . .	118	. . . .	18
.	. . .	. . .	116	⚡[1] 10·20 - 11 p.	19
.	. . .	. .	118	T 5·12 - 6 a.	20
. .	. . .	. . .	120	. . . .	21
. .	. . .	. . .	120	. . . .	22
0p.	. . .	. . .	121	T 5·25 - 6·25 p.	23
.	. . .	. . .	118	. . . .	24
.	. . .	. . .	119	. . . .	25
-n.	. . .	. . .	119	. . . .	26
. .	. . .	. . .	117	. . . .	27
. .	. . .	. . .	120	T 2·25 - 2·50 p.	28
. .	. . .	. . .	122	. . . .	29
. .	. . .	. . .	120	. . . .	30
	. . .	0 Tage.	120 Mittel.		

urde
7 Mal
17 „
3 „
6 „
1 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
31 Mai - 4 Juni	13·9
Juni 5 - 9.	16·9
„ 10 - 14	17·3
„ 15 - 19.	22·7
„ 20 - 24.	17·7
„ 25 - 29.	17·8

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	122 cm. am 2., 5., 7., 8., 16., 17., 29.
Niedrigster Wasserstand des Mains	116 cm. am 14., 19

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Schneehöhe 9h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
...	...	122	. . . .	1
...	...	122	. . . .	2
...	...	118	. . . .	3
...	...	117	. . . .	4
...	...	122	⚡^{1} 9·20a-1·50p T^{1} 9·25-10·25p. . .	5
...	...	120	. . . .	6
...	...	120	. . . .	7
...	...	118	. . . .	8
...	...	118	. . . .	9
...	...	112	. . . .	10
...	...	120	T^{1} 4·20-6·5a. . . . . [-7 5 p.	11
...	...	120	T^{0} 12·51-1·5p, ⚡^{1}3·18-3·35p, ⚡^{1}5·25	12
...	...	120	T^{1} 2·50-4·5, T^{0} 5·17p. 1× Donner .	13
...	...	120	. . . .	14
...	...	118	. . . .	15
...	...	118	. . . .	16
...	...	118	T^{0} 4·19p. 1× Donner	17
...	...	122	. . . .	18
...	...	122	. . . .	19
...	...	120	. . . .	20
...	...	120	. . . .	21
...	...	122	. . . .	22
...	...	122	. . . .	23
...	...	118	. . . .	24
...	...	124	. . . .	25
...	...	124	. . . .	26
...	...	120	. . . .	27
...	...	120	. . . .	28
...	...	120	. . . .	29
...	...	121	. . . .	30
...	...	121	⚡^{1} 5·35-6·50p.	31
...	0 Tage.	120 Mittel.		

Ial

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Juni 30 - 4. Juli	22·1
Juli 5 - 9.	21·3
„ 10 - 14	18·6
„ 15 - 19.	16·2
„ 20 - 24.	20·2
„ 25 - 29	17·0

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	124 cm. am 25. u. 26.
Niedrigster Wasserstand des Mains	112 cm. am 10.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . . 1·0 Meter.

Schneehöhe 9^h a (cm)	Schneedecke 12^h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Datum
. . .	. . .	122	T^0 2·55-3·5 p.	1
. . .	. . .	122	. . .	2
. . .	. . .	122	. . .	3
. . .	. . .	120	⚡^{1} 9·35-9·50 p. (∞^{1} a.)	4
. . .	. . .	122	. . .	5
. . .	. . .	122	. . .	6
. . .	. . .	128	(∞^{1} a.)	7
. . .	. . .	124	. . .	8
. . .	. . .	124	. . .	9
. . .	. . .	122	. . .	10
. . .	. . .	120	. . .	11
. . .	. . .	120	. . .	12
. . .	. . .	120	. . .	13
. . .	. . .	121	. . .	14
. . .	. . .	123	. . .	15
. . .	. . .	120	. . .	16
. . .	. . .	120	. . .	17
. . .	. . .	120	. . .	18
. . .	. . .	118	⚡^{1} 7·50-12 p.	19
. . .	. . .	118	T^0 7·0 p, ⚡^{1} 10-11 p.	20
. . .	. . .	118	[⚡^{1} 1·4-2·5p, ⁓ 4·57-5·3p, [⚡^{1} 5 10-6.5p.	21
. . .	. . .	122	. . .	22
. . .	. . .	120	. . .	23
. . .	. . .	120	. . .	24
. . .	. . .	120	. . .	25
. . .	. . .	118	. . .	26
. . .	. . .	124	. . .	27
. . .	. . .	124	. . .	28
. . .	. . .	122	. . .	29
. . .	. . .	118	. . .	30
. . .	. . .	121	. . .	31
. . .	0 Tage.	121 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Juli 30 – 3. Aug.	14·5
August 4 – 8	17·6
„ 9 – 13	20·0
„ 14 – 18.	21·1
„ 19 – 23.	22·8
„ 24 – 28.	15·9
„ 29 – 2. Sept.	13·7

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	128 cm. am 7.
Niedrigster Wasserstand des Mains	118 cm. am 19., 20., 21., 26., 30.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

...hnee-höhe ...h a	Schnee-decke 12h m	Wasser-höhe des Mains	Anmerkungen	Datum
cm		cm		
. .	. . .	121	. . . .	1
. .	. . .	124	. . . .	2
. .	. . .	121	. . . .	3
. .	. . .	122	. . . .	4
. .	. . .	121	. . . .	5
. .	. . .	124	. . . .	6
. .	. . .	124	. . . .	7
. .	. .	120	. . . .	8
.	. . .	124	. . . .	9
. .	. . .	124	. . . .	10
. .	. . .	124	. . . .	11
. .	. . .	122	. . . .	12
. .	. . .	122	. . . .	13
. .	. . .	121	. . . .	14
. .	. . .	125	. . . .	15
. .	. . .	118	. . . .	16
. .	. . .	120	T° 3¾-4 p.	17
. .	. . .	121	. . . .	18
. .	. . .	121	. . . .	19
. .	. . .	120	. . . .	20
. . .	. . .	120	⚡° 5 36 - 5·45 p.	21
. . .	. . .	121	. . . .	22
. . .	. . .	123	. . . .	23
. . .	. . .	123	. . . .	24
. . .	. . .	122	. . . .	25
. . .	. . .	120	. . . .	26
. . .	. .	125	. . . .	27
. . .	. . .	125	. . . .	28
. . .	. . .	122	. . . .	29
. . .	. . .	122	. . . .	30
. . .	0 Tage.	122 Mittel.		

al
„
„
„
„

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Septbr. 3 – 7.	14·7
„ 8 – 12.	13·0
„ 13 – 17	12·7
„ 18 – 22	13·8
„ 23 – 27.	10·3
„ 28 – 2 Oct.	13·6

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	125 cm. am 15.
Niedrigster Wasserstand des Mains	118 cm. am 16.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	
. .	. . .	. . .	124	. . .	1
. .	. . .	. . .	124	. . .	2
.	. . .	. .	125	10 a - 12·30 p.	3
. .	. . .	. . .	126	. . .	4
. .	. . .	. . .	126	. . .	5
. .	. . .	. . .	127	. . .	6
. .	. . .	. . .	128	. . .	7
. .	. . .	. . .	126	. . .	8
. .	. . .	. . .	124	. . .	9
. .	. . .	. . .	126	. . .	10
. .	. . .	. . .	126	. . .	11
. .	. . .	. . .	122	. . .	12
. .	. . .	. . .	120	. . .	13
. .	. . .	. . .	124	. . .	14
. .	. . .	. . .	121	. . .	15
. .	. . .	. . .	124	. . .	16
. .	. . .	. . .	124	. . .	17
. .	. . .	. . .	126	. . .	18
. .	. . .	. . .	120	. . .	19
.	. . .	. .	126	. . .	20
. .	. . .	. . .	126	. . .	21
.	. . .	. . .	122	. . .	22
.	. . .	. . .	128	. . .	23
.	. . .	. . .	126	. . .	24
.	. . .	. . .	124	. . .	25
)p.	. . .	. . .	124	. . .	26
.	. . .	. . .	120	. . .	27
.	. . .	. . .	120	. . .	28
p.	. . .	. . .	121	. . .	29
.	. . .	. . .	125	. . .	30
.	. . .	. . .	125	. . .	31
	. . .	0 Tage.	124 Mittel.		

urde
3 Mal
49 "
2 "
3 "
12 "

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Octbr. 3 - 7.	13·4
" 8 - 12	13·8
" 13 - 17	12·3
" 18 - 22.	8·3
" 23 - 27.	8·6
" 28 - 1.Nov.	6·7

Höchste beobachtete Schneedecke	. . . .
Höchster Wasserstand des Mains	128 cm. am 7., 23.
Niedrigster Wasserstand des Mains	120 cm. am 13., 19., 27., 28.

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 9ʰ a cm	Schneedecke 12ʰ m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
.	. . .	. . .	122	. . . .	1
.	. . .	. . .	124	. . . .	2
.	. . .	. . .	124	. . . .	3
.	. . .	. . .	125	. . . .	4
.	. . .	. . .	125	. . . .	5
.	. . .	. . .	124	. . . .	6
.	. . .	. . .	128	. . . .	7
.	. . .	. . .	128	. . . .	8
.	. . .	. . .	125	. . . .	9
.	. . .	. . .	125	. . . .	10
.	. . .	. . .	123	. . . .	11
.	. . .	. . .	121	. . . .	12
.	. . .	. . .	123	. . . .	13
.	. . .	. . .	122	. . . .	14
.	. . .	. . .	120	. . . .	15
.	. . .	. . .	124	. . . .	16
.	. . .	. . .	125	. . . .	17
.	. . .	. . .	125	. . . .	18
.	. . .	. . .	125	. . . .	19
.	. . .	. . .	124	. . . .	20
.	. . .	. . .	127	. . . .	21
	. . .	. . .	126	. . . .	22
.	1	. . .	126	. . . .	23
.	. . .	. . .	128	. . . .	24
.	0	. . .	128	. . . .	25
.	. . .	. . .	125	. . . .	26
.	. . .	. .	125	. . . .	27
.	. . .	. . .	126	. . . .	28
.	. . .	. . .	127	. . . .	29
.	. . .	. . .	126	. . . .	30
	. . .	0 Tage.	125 Mittel.		

rde
2 Mal
25 „
5 „
0 „
15 „

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Novbr. 2 - 6.	7·3
„ 7 - 11	0·0
„ 12 - 16	2·8
„ 17 - 21	4·0
„ 22 - 26.	1·9
„ 27 - 1 Dec.	3·0

Höchste beobachtete Schneedecke	1 cm. am 23.
Höchster Wasserstand des Mains	128 cm. am 7., 8., 24., 25.
Niedrigster Wasserstand des Mains	120 cm. am 15.

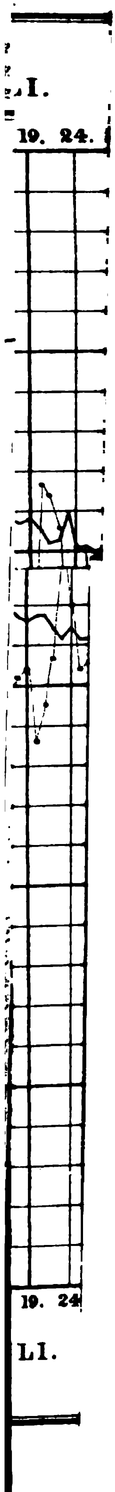
Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . . 1·0 Meter.

Schneehöhe 9h a cm	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Datum
...	...	126	. . . .	1
...	...	124	. . . .	2
...	...	124	. . . .	3
...	...	122	. . . .	4
4	Schnd.	120	. . . .	5
3	Schnd.	115	. . . .	6
2	Schnd	115	. . . .	7
2	Schnd.	18	Nadelwehr niedergelegt	8
1	Schnd.	18	. . . .	9
1	Schnd	18	. . . .	10
...	...	16	. . . .	11
...	...	64	Nadelwehr aufgestellt	12
...	...	118	. . . .	13
...	...	120	. . . .	14
...	...	124	. . . .	15
...	...	124	. . . .	16
...	..	125	. . . .	17
...	...	125	. . . .	18
...	...	128	. . . .	19
...	..	130	. . . .	20
...	...	130	. . . .	21
...	...	128	. . . .	22
...	...	128	. . . .	23
...	...	125	. . . .	24
...	...	126	. . . .	25
...	...	130	. . . .	26
...	...	124	. . . .	27
...	...	124	. . . .	28
...	...	122	. . . .	29
...	...	120	Nadelwehr niedergelegt	30
...	...	18	. . . .	31
...	6 Tage.	105 Mittel.		

Temperatur der Pentaden °C.

Datum	Mittlere Temperatur
Dcbr. 2 - 6.	—1·3
„ 7 - 11	0·1
„ 12 - 16	4·4
„ 17 - 21	2·3
„ 22 - 26	2·3
„ 27 - 31.	—2·1

Höchste beobachtete Schneedecke	4 cm. am 5.
Höchster Wasserstand des Mains	130 cm am 20., 21., 26.
Niedrigster Wasserstand des Mains	16. cm. am 11.


I.
19. 24.
19. 24
LI.

Jahresbericht

des

Physikalischen Vereins

zu

Frankfurt am Main

für das Rechnungsjahr

1893—1894.

Frankfurt am Main.

C. Naumann's Druckerei.

1895.

Jahresbericht

des

Physikalischen Vereins

zu

Frankfurt am Main

für das Rechnungsjahr

1893—1894.

Frankfurt am Main.

C. Naumann's Druckerei.

1895.

Vereinsnachrichten.

Mitglieder.

Der Physikalische Verein zählte im Vereinsjahr 1892/93 469 Mitglieder. Von diesen sind im verflossenen Vereinsjahr 35 ausgetreten und verstorben, dagegen 37 eingetreten, so dass dem Verein im Rechnungsjahr 1893/94 471 Mitglieder angehörten. Die Namen der Mitglieder sind gegenwärtig die folgenden:

* Mitglieder des Gesammtvorstandes.

Herr Adler-Stiebel, Moritz, Bankier.
„ Albert, E.
„ Albrecht, Julius, Dr. phil., Zahnarzt.
„ Alfermann, Felix, Apotheker.
„ Alt, Friedrich.
„ Alten, Heinrich.
„ Althen, Wilhelm.
„ Alzheimer, Alois, Dr. med.
„ Ambrosius, Johann,
„ André, C. A., Musikalienverleger.
„ Andreae, Albert.
„ Andreae, Hermann, Bankdirector.
„ Andreae, Hugo, Director.
„ Andreae, J. M.
„ Andreae, Richard, Bankier.
„ Andreae-von Harnier, A.
„ Andreae-von Neufville, Albert.
„ Andreae-Passavant, J., Bankdirector.
„ Askenasy, Alexander, Ingenieur.
„ Auerbach, Sigmund, Dr. med.
„ Auerbach, Th., Dr. jur., Assessor.
„ Auffarth, F. B.
„ Baer, Joseph.
„ Baer, Max, Bankier.
„ Baerwindt, Franz, Dr. med.
„ * de Bary, J., Dr. med.
„ Bauer, L., Consul.
„ Baumann, C.
„ Baunach, Victor.
„ Baunach, Wilhelm.
Herr Bartelt, Carl, Fabrikant.
„ Bechhold, J. H., Dr. phil.
„ Beck, Heinrich, Emil, Chemiker.
„ Becker, Carl, Consul.
„ Becker, Heinrich, Dr. phil.
„ Beer, Sondheimer & Co.
„ Begas, Paul, Ingenieur
„ Belli, Ludwig, Dr. phil.
„ Berger, Joseph, Dr. phil.
„ Berlé, Carl.
„ Bertholdt, Th.
„ von Bethmann, S. M., Freiherr.
„ Beuther, Fritz, Ingenieur.
„ Beyerbach, Carl, Fabrikant.
„ Bier, Max.
„ Binding, Carl.
„ Binding, Conrad.
„ Bleicher, Heinrich, Dr. phil.
„ Blum, J., Oberlehrer.
„ Blumenthal, Adolf.
„ Blumenthal, Ernst, Dr. med.
„ Blust, Emil, Fabrikant.
„ Bock, Heinrich.
„ Bockenheimer, J., Dr. med., Sanitätsrath.
„ * Bode, Paul, Dr. phil., Oberlehrer.
„ Boettger, Bruno.
„ Boettger, Hugo.
„ Bolongaro, C. M.
„ Bonn, M. B.

Herr * Bonn, Ph. B., Bankier.
„ Bonn, Wilhelm, Bankier.
„ Bopp, Carl, Dr. phil., Oberlehrer.
„ Braun, Wunibald, Fabrikant.
„ Braunfels, Otto, Consul.
„ Braunschweig, Emil.
„ Brentano, Louis, Dr. jur.
„ Brittner, August, Dr. phil.
„ Bruger, Theodor, Dr. phil.
„ * von Brüning, G., Dr. phil., Höchst a. M.
„ Büttel, Wilhelm.
„ Bulling, O., Maschinenmeister.
„ Cahen-Brach, Eugen, Dr. med., Arzt.
„ Cahn, Heinrich.
„ Cahn, Julius.
„ Correns, E., Ingenieur, Höchst a. M.
„ Clemm, Carl, Apotheker.
„ Cnyrim, V., Dr. med.
„ Collin, Adalbert.
„ Cronenberger, B.
„ Cunze, Dietrich, Dr. phil., Fabrikbesitzer.
„ Dankwort, Albert, Ingenieur.
„ Dann, Leopold.
„ Daube, Gottfried.
„ Deichler, Christian, Dr. med.
„ Deninger, Carl, Lorsbach i. Taunus.
„ Diehl, Josef, Dr. jur., Justizrath.
„ Dietze, Hermann, Director.
„ Dill, Louis, Ingenieur.
„ Dobriner, Hermann, Dr. phil.
„ Doctor, Adolf.
„ Dörr, G. Ch.
„ Dondorf, Bernhard.
„ Dondorf, Paul.
„ Donner, Ch. P.
„ Drexel, H. Theodor.
„ Dreyfus, I., Bankier.
„ Drory, William, Director.
„ Du-Bois, August.
„ Ebenau, Friedrich, Dr. med.
„ Edelmann, Bernhard.
„ Edinger, Ludwig, Dr. med.
„ Eisenach & Co., Platinschmelze, Offenbach a. M.
„ Ellinger, Alex, Dr.
„ * Ellinger, Leo.
„ * Engelhard, Carl, Apotheker.
„ Engelhard, Paul, Pharmaceut.
„ Epstein, Theobald, Dr. phil.
„ Epting, Max, Höchst a. M.
„ Erhardt & Metzger, Darmstadt.
„ von Erlanger, L. G. F., Baron.
„ Eurich, Heinrich, Dr. phil.
„ Eyssen, Remy.
„ Feist, J. J., Dr. jur.

Herr Feist-Belmont, Carl.
„ Fellner, J. C., Ingenieur.
„ Fikentscher, Friedrich.
„ Fink, E., Dr., Oberlehrer.
„ Fleischer, J., Ingenieur u. Fabrikant.
„ Flersheim, Albert.
„ Flersheim, Robert.
„ Flesch, Max, Dr. med.
„ Follenius, Otto, Dr. phil., Director, Hattersheim.
„ Franc v. Liechtenstein, R., Ingenieur
„ Franck, Ernst, Fabrikdirector.
„ Frank, H., Apotheker.
„ Freyeisen, H. P.
„ Fresenius, Eduard, Pharmaceut.
„ * Fresenius, Philipp, Dr. phil., Apoth.
„ Fridberg, Robert, Dr. med.
„ Friedmann, Joseph.
„ Fries, Sohn, J. S.
„ * von Fritzsche, Theodor, Dr. phil. Fabrikbesitzer.
„ Fuld, Salomon, Dr. jur., Justizrath.
„ Fulda, Carl.
„ Gans, Adolf.
„ Gans, Leo, Dr. phil.
„ von Gemmingen, Freiherr.
„ Gerhardt, Eduard.
„ Gerson, Jacob, General-Consul.
„ Gloeckler, Alexander, Dr. med.
„ Goebel, Ernst.
„ Goeckel, Ludwig, Director.
„ Goldschmid, J. Eduard.
„ Goldschmidt, Adolf B. H., Commerzienrath.
„ Goldschmidt, Moritz B., Bankier.
„ Goldschmidt, Rudolf, Dr. phil.
„ Gottschalk, Josef, Dr. med.
„ Graef, Carl.
„ Grandhomme, Wilhelm, Dr. med. Sanitätsrath.
„ Graubner, Carl, Höchst a. M.
„ Grimm, Heinrich.
„ Gross, Otto, Dr. med.
„ Grüder, Ludwig.
„ Grünewald, August, Dr. med.
„ Grünhut, Leo, Dr. phil. Chemiker.
„ Grunelius, Adolf.
„ Grunelius, Carl.
„ Grunelius, Eduard.
„ von Guaita, Max, Commerzienrath.
„ von Günderode, C., Dr. phil., Frhr.
„ Gutzkow, Hermann.
„ Haak, Carl.
„ Haeberlin, E. J., Dr. jur., Rechtsanwalt.
„ Haeffner, Adolf.

Herr Hahn, Adolf L. A.
" Hahn, August, Dr.
" Hahn, Louis Alfred.
" Hahn, Moritz L. A.
" Hallgarten, Fritz, Dr. phil.
" Hallgarten, Charles.
" Hanau, Heinrich Anton.
" * Hartmann, Eugen, Ingenieur.
" von Harnier, Adolf, Dr., Justizrath.
" von Harnier, Eduard.
" Hasslacher, Franz, Patentanwalt.
" Hauck, Otto.
" Heddaeus, H., Dr. phil., Oberlehrer.
" Heerdt, Rudolf.
" Heilbronn, Richard.
" Heimpel, Carl, Ingenieur.
" Heineken, Frédéric, Stadtrath.
" Heinz, Otto.
" „Helios" Act.-Ges. für elektr. Licht- und Telegraphenbau, Köln, Zweigbureau hier.
" Henrich, Carl Friedrich.
" Henrich, Rudolf, Kaufmann.
" Heräus, H., Hanau.
" Herold, Rudolf.
" Hess, August, Apotheker.
" Hesse, Theodor, Fabrikant.
" von Heyden, Lucas, Dr. phil., Major, Bockenheim.
" von Heyder, Georg.
" Hilf, Philipp.
" Hilger, Hermann, Aichmeister.
" Hirsch, Ferdinand.
" Hirschberg, Max, Dr. med.
" Hirschvogel, M.
" Hochschild, Zachary, Director.
" Höchberg, Otto, Bankier.
" Höser, Th.
" Hoff, Carl.
" Hohenemser, Wilhelm, Bankier.
" von Holzhausen, Georg, Freiherr.
" Holzmann, Philipp, Ingenieur.
" Holzmann, Wilhelm, Ingenieur.
" Homeyer, Franz, Dr. phil., Apotheker.
" Horkheimer, Anton, Stadtrath.
" Horstmann, Georg.
" von Hoven, Franz.
" Hübner, E. A., Dr. med.
" Hüttenbach, Adolf.
" Hunn, Apollinar, Bockenheim.
" Jäger, Fritz.
" Jäger, Julius.
" Jaffé, Th., Dr. med.
" * Jassoy, August, Dr. phil., Apotheker.
" * Jassoy, Ludwig Wilhelm, Apotheker.
" Jeidels, J. H.

Herr Jilke, Theodor, Dr. phil.
" Jordan, Robert, Fabrikant.
" Jügel, Franz.
" Jung, G.
" Jung, H.
" Jung, Lehrer.
" Jungé, Adolf.
" Kaefer, C., Bockenheim.
" Kahn, Ernst, Dr. med.
" Kahn, Hermann, Bankier.
" Kalizky, Director, Offenbach a. M.
" Katz, Hermann.
" Kaufmann, Carl, Dr. med.
" Kaufmann, J. S.
" Kaufmann, Leopold, Kaufmann.
" Kayser, Hermann.
" Keller, Adolf, Bockenheim.
" Keller, Heinrich.
" Kellner, Carl.
" Kessler, Hugo.
" Kiesewetter, Gustav.
" Kirberger, Emil, Dr. med.
" Kirchheim, Simon, Dr. med.
" Klein, Nicolaus.
" * Klein-Hoff, Jacob Philipp.
" Kleyer, Heinrich, Fabrikant.
" Klieneberger, Carl.
" Klimsch, Carl.
" Klimsch, Eugen, Professor.
" Klingebeil, Otto.
" Klinkert, Georg.
" * Knopf, Ludwig, Dr. jur., Stadtrath.
" Koch, M. W., Bankier.
" Köhler, H.
" Könitzer, Oscar, Kaufmann.
" Kohn, Carl, Director.
" Kohn-Speyer, E.
" Kohn-Speyer, Sigismund.
" Kotzenberg, Gustav.
" Krieckler, Karl, Kaufmann.
" Küchler, Eduard.
" Kühn, Johannes.
" Küllmer, Theophil, Director, Höchst.
" Kugler, Adolf.
" Lachmann, Bernhard, Dr. med.
" Ladenburg, August, Bankier.
" Ladenburg, Emil, Geh. Commerzien-Rath.
" Lämmerhirt, Carl, Director.
" Lahmeyer, Wilhelm, Fabrikbesitzer.
" Landauer, G. Friedrich, Fabrikant.
" Landsberg, Otto.
" Langeloth, J. L., Ingenieur.
" Laquer, Leopold, Dr. med.
" Lasker, Apotheker.
" Lattmann, Otto.

Herr Laubenheimer, August, Dr. phil., Professor, Höchst.
" Lehmann, Leo, Privatier.
" Lemp, Fritz, Postsekretär.
" Lepsius, B., Dr. phil., Dir., Griesheim.
" Leschner, J.
" Leuchs, Adolf.
" Leuchs-Mack, Ferdinand, Fabrikbes.
" Levy, Max, Dr. phil., Lehrer.
" * Libbertz, Arnold, Dr. med., Sanitätsr.
" Liebmann, Louis, Dr.
" Lindheimer, Ludwig, Dr. jur.
" Lindley, W., Stadtbaurath.
" Lion, Franz, Director.
" Loeb, Michael, Dr. med.
" Lohberg, Paul, Dr. phil., Höchst.
" Löwenthal, Siegfried
" * Lucius, Eugen, Dr. phil.
" Magnus-Levy, Adolf, Dr. med.
" Mahr, Georg.
" Mainz, L.
" Mandelbaum, Joseph.
" Marburg, Adolf.
" Marburg, Eduard, stud. chem.
" Marburg, Rudolf, Michelstadt i. O.
" Marx, Anton, Ingenieur.
" Massenbach, Hermann, Ingenieur.
" Matti, J. J. A., Dr. jur.
" May, Franz, Dr. phil.
" May, Martin, sen.
" May, Martin, jun.
" May, Oskar, Dr. phil., Ingenieur.
" Mayer, Julius.
" Mayer, Ludo, Fabrikant.
" Meinicke, K.
" Meister, H, Dr. phil.
" Meixner, Richard.
" Melcher, Heinrich.
" Merton, William.
" Merton, Z.
" Messing, H., Telegraphenbau-Anstalt, Offenbach a. M.
" Metzler, Carl.
" Metzler, Albert, Stadtrath.
" Metzler, W.
" Meyer, Hermann.
" Meyer, Jacob, Dr. phil.
" Minjon, H. J.
" Modera, F.
" Möhring, Hermann, Ingenieur.
" Mojat, E., Chemiker, Offenbach a M.
" Mössinger, Victor.
" Moldenhauer, C.
" Mössner, Otto, Kaufmann.
" Mouson, Daniel, Fabrikant.
" Müller, Carl, Dr. phil.

Herr Müller, F., Provisor.
" Müller, Heinrich, Dr med.
" Münch, Professor, Gymnasiallehrer.
" Mumm v. Schwarzenstein, Herman.
" Neidlinger, Friedrich.
" Nestle, John.
" Nestle, Richard.
" Nestle, Richard.
" Netto, Curt, Professor.
" Neubert, W. Ludwig, Zahnarzt.
" Neubürger, Otto, Dr. med.
" de Neufville, R., Dr. phil.
" von Neufville, Alfred, Bankier.
" * von Neufville, Otto, Bankier.
" Noll, Ferdinand, Bockenheim.
" Nonne, August, Apotheker.
" von Noorden, Carl, Dr. med., Prof., Oberarzt am städt. Krankenhaus.
" Oehler, Eduard, Geh. Commerzienr., Offenbach a. M.
" Oehler, Rudolf, Dr. med.
" Opificius, Louis.
" Oppel, H., Bockenheim.
" Oppenheim, Leo.
" Oppenheim, Moritz.
" Oppenheimer, Joe, Dr. jur, Rechtsanwalt.
" Oppenheimer, Michael.
" Oppenheimer, Oskar, Dr. med.
" Osterrieth, Eduard.
" Osterrieth-Laurin, August.
" Oswalt, Henry, Dr. jur.
" Pauli, Philipp, Dr. phil., Dir., Höchst.
" Pechel, A., Ingenieur.
" Peipers, G. Friedrich.
" Pertsch, Ferdinand, Adolf.
" Peters, Hans, Zahnarzt.
" * Petersen, Theodor, Dr. phil.
" Petsch-Goll, J. Ph., Geh. Cmrz.-Rath.
" Pfeiffer, Eugen.
" Pfeiffer, Theodor.
" Pfleiderer, Albert.
" Pfungst, Arthur, Dr. phil.
" Pfungst, Julius, Fabrikant.
" Pichler, Heinrich, Ingenieur.
" Pokorny, Ludwig, Bockenheim
" Pollak, C.
" Popp, Georg, Dr. phil.
" Poppelbaum, H.
" Posen, Eduard, Dr. phil.
" Posen, J.
" Presber, Adolf Oberlehrer.
" Quilling, Friedrich.
" Raab, Alfred, Dr. phil., Apotheker.
" Rademacher, E.
" Rademann, O., Fabrikdir., Bockenh.

Herr vom Rath, Walther, Assessor.
„ Rausenberger, J., Oberlehrer, Hanau.
„ Ravenstein, Simon.
„ Reck, August, Oberrossarzt, Bockenh.
„ Rehn, Heinrich, Dr. med.
„ Rehn, Ludwig, Dr. med.
„ Reichard, August.
„ Reichard-Frey, Gottlob.
„ * Reichard-d'Orville, Georg.
„ Reichenbach, H., Dr. phil., Prof.
„ Reichenberg, A., Ingenieur-Praktik.
„ Reinhardt, W., Dr. phil., Oberlehrer.
„ Reiss, Paul, Rechtsanwalt.
„ Reitz & Köhler, Buchhandlung.
„ Rennau, O.
„ Renner, Friedrich.
„ Ricard-Abenheimer, Louis.
„ Richard, Ferdinand.
„ Richters, F., Dr. phil., Professor, Oberlehrer.
„ de Ridder, A.
„ Riesse, Alfred.
„ Rikoff, J. B.
„ Risdorf, Charles.
„ Risse, Hugo.
„ Rödiger, Ernst, Dr. med.
„ Rödiger, Paul, Dr. jur., Director.
„ Rössler, Carl, Dr. phil.
„ * Rössler, Hector, Director.
„ * Rössler, H., Dr. phil., Director.
„ Roos, Israel, Dr. phil.
„ Rosenberger, F., Dr. phil., Prof.
„ Rosenstein, Leo, Dr. jur.
„ Rosenthal, Paul.
„ Roser, W., Dr. phil., Professor.
„ Roth, Georg.
„ Roth, Heinrich.
„ von Rothschild, W., Freiherr.
„ Rüdiger, A., Dr. phil., Apotheker, Homburg v. d. H.
„ Rumpf, Gustav, Dr phil.
„ Rumpf jr., Gustav.
„ Ruoff, Georg, Dr. phil.
„ Salomon, Bernhard, Professor.
„ Samson, Edgar.
„ Sauerländer, Robert, Buchhändler.
„ Sauerwein, Carl.
„ Schaefer, F.
„ Schander, Alfred.
„ Schappel, H., Elektro-Ingenieur.
„ Scharff, Alexander, Geh. Cmrz.-Rath.
„ Scharff, Julius, Director.
„ Scherlenzky, A., Dr. jur., Justizrath.
„ Schiele, Adolf.
„ Schiele, Ludwig, Ingenieur.
„ Schiele, Simon, Director.

Herr Schiff, L.
„ Schlesicky, Gustav.
„ Schleussner, C., Dr. phil.
„ Schleussner, Carl, Dr. phil.
„ Schmeck, Heinrich.
„ Schmidt, Leopold.
„ Schmidt-Günther, Gustav, Ingenieur.
„ Schmidt-Metzler, Moritz, Dr. med., Sanitätsrath, Professor.
„ Schmidt-Polex, Edgar.
„ Schmölder, P. A.
„ * Schnapper, J. H.
„ * Schneider, A., Director.
„ Schneider, J.
„ Schöffer, W., Director, Gelnhausen.
„ Schott, Alfred, Director.
„ * Schütz, H., Dr. phil., Professor.
„ Schuster, Bernhard.
„ Schwarz, Heinrich, Chemiker.
„ Schwarzschild, F.
„ Schwarzschild, M.
„ Scriba, Ludwig, Fabrikant, Höchst.
„ Seeger, Georg, Architect.
„ Seestern-Pauly, Georg.
„ Seuffert, Theodor, Dr. med.
„ Siebert, August.
„ Siesmayer, Philipp, Bockenheim.
„ Sittig, Eduard, Oberlehrer.
„ Sommerhoff, Louis.
„ Sondheimer, A.
„ Sonnemann, Leopold.
„ Sonntag, K., Prof. Dr., Bockenheim.
„ Speyer, Georg, Bankier.
„ Spieka, J., Offenbach a. M.
„ Spiess, A., Dr. med., Sanitätsrath.
„ Spohr, H. Christian.
„ Stahl, Adolf, Eisenb.-Bur.-Assistent.
„ Steffan, Philipp, Dr. med.
„ Steiniger.
„ Stelz, Professor.
„ Stephani, Carl, Dr. phil.
„ Stern, Bernhard, Dr. med.
„ Stern, R., Dr. med.
„ Stern, Th., Bankier.
„ Stiebel, Carl.
„ Stilling, Theodor.
„ Stoltze, Friedrich.
„ Storck, Carl Th.
Stovenhagen, J.
„ Strauss, O.
„ Strecker, Wilhelm.
„ Streng, Hermann, Oberingenieur.
„ Stroof, Ignaz, Director.
„ Süskind, Julius.
„ Sulzbach, Carl, Dr. jur.
„ Thiele, Ludwig.

Tiefbauamt.
Herr v. Tischendorf, Imanuel, Dr. med.
" Töplitz, Julius.
" Trier, Theodor.
" Ullmann, Eugen, Bankier.
" Una, Siegmund, Bankier.
" Valentin, Ludwig.
" von den Velden, Reinhard, Dr. med.
" Vogt, Ludwig, Director a. D.
" Vogtherr, Hans.
" Vohsen, Carl, Dr. med.
" Voigt, H., Ingenieur, Bockenheim.
" Wach, Josef, Ingenieur, Höchst.
" Weber, Andreas
" Weckerling, F., Fabrikant.
" Weckerling, H.
" Weigert, Carl, Dr. med., Professor.
" Weiller, J.
" Weinmann, A., Inspector.
Herr Weller, Albert, Dr. phil., Director.
" Wertheim, Carl, Dr., Rechtsanwalt.
" Wertheim, Josef, Fabrikant.
" Wertheimber, Emanuel, Bankier.
" Wetzlar, Emil, Bankier.
" Wirsing, Friedrich.
" * Wirsing, Paul, Dr. med.
" Wirth, Franz.
" Wirth, R., Dr. phil., Patent-Anwalt.
" Wittecher, B., Postsekretär.
" Wöll, Wilhelm.
" Wolf, Ernst.
" Wüstefeld, J., Apotheker.
" Zander, Carl, Kaufmann.
" Zehfuss, G., Dr. phil., Professor.
" * Ziegler, Julius, Dr. phil.
" Zint, Wilhelm, Gymnasiallehrer.
" Zunz, Heinrich, Kaufmann.

Ehren-Mitglieder.

Herr Prof. Dr. Abbe in Jena.
„ Prof. A. v. Baeyer in München.
„ Prof. Dr. Becquerel in Paris.
„ Prof. Dr. Wilhelm von Bezold, Geh. Reg.-Rath, Director des kgl. meteorol. Institutes in Berlin.
„ Senator Professor Francesco Brioschi in Mailand.
„ Prof. Dr. A. Buchner in München.
„ Wirkl. Geh. Rath Professor Dr. Robert Bunsen Exc. in Heidelberg.
„ Prof. Dr. E. Erlenmeyer in Aschaffenburg.
„ Professor Galileo Ferraris in Turin.
„ Prof. Dr. Emil Fischer in Berlin.
„ Prof. Dr. R. Fittig in Strassburg i. E.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Förster, Director der k. Sternwarte in Berlin.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. Fresenius in Wiesbaden.
„ Prof. Dr. F. Goppelsroeder in Mülhausen i. E.
„ Prof. Dr. Carl Gräbe in Genf.
„ Prof. Dr. S. Günther in München.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. Hankel in Leipzig.
„ Hofrath Professor Dr. Julius Hann, Director der k. k. Centralanst. f. Met. u. Erdmagn. in Wien, Hohe Warte.
„ Prof. Dr. Gustav Hellmann, Oberbeamter des k. met. Inst. in Berlin.

Herr Professor Dr. J. H. van t'Hoff in Amsterdam.
„ Hermann Honegger in Orotava auf Teneriffa.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. A. Kekulé in Bonn.
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. E. Kittler in Darmstadt.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Knoblauch in Halle.*)
„ Geh. Med.-Rath Prof. Dr. med. Robert Koch in Berlin.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. F. Kohlrausch in Berlin-Charlottenburg.
„ Professor Dr. W. Kohlrausch in Hannover.
„ Prof. Dr. W. Koeppen in Hamburg, Seewarte.
„ Geh. Regier.-Rath Prof. Dr. Landolt in Berlin.
„ Prof. Dr. Lenz, Mitglied der kais. russ. Akademie in St. Petersburg.
„ Prof. Dr. C. Liebermann in Berlin.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Limpricht in Greifswald.
„ Dr. J. Löwe dahier.
„ Prof. Dr. E. Mach in Prag.
„ Prof. Dr. F. Melde in Marburg
„ Prof. Dr. Mendelejeff in St. Petersburg.
„ Prof. Dr. L. Meyer in Tübingen.**)

*) Gestorben 30. Juni 1895.
**) Gestorben 11. April 1895.

Herr Geh. Rath Prof Dr. V. Meyer in Heidelberg.
„ Staats- und Finanzminister Dr. J. Miquel, Exc. in Berlin.
„ Prof. Dr. H. Mohn, Director der k. norweg. meteorol. Centralanstalt in Christiania.
„ Prof. Dr. Mulder in Utrecht.
„ Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Neumann in Königsberg.*)
„ Prof. Dr. G. Neumayer, wirkl. Geh. Adm.-Rath u. Director der Deutschen Seewarte in Hamburg.
„ Prof. Dr. L. F. Nilson in Stockholm.
„ Professor Dr. W. Ostwald in Leipzig.
„ Geheimrath Prof. Dr. M. v. Pettenkofer in München.
„ Prof Dr. O. Pettersson in Stockholm
„ Prof. Dr. Raoul Pictet in Berlin.
„ Prof. Dr. Rammelsberg in Berlin.
„ Albert v. Reinach dahier.
„ Prof. Dr. Theodor Richter in Freiberg in Sachsen.
„ Prof. H. E. Roscoe in Manchester.

Herr Prof. Dr. v. Sandberger in Würzburg
„ Prof. Dr. Hugo Schiff in Florenz
„ Prof. Dr. W. Staedel in Darmstadt
„ Prof. Silvanus P. Thompson i. London
„ Prof. Dr. Sir William Thomson i. Manchester.
„ Geh. Medicinalrath Prof. Dr. Virchow in Berlin.
„ Prof. Dr. H. W. Vogel in Berlin.
„ Dr. G. H. Otto Volger in Soden a. T.
„ Prof. Dr. Volhard in Halle.
„ Prof. Dr. J. G. Wallentin in Wien
„ Reg.-Rath Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Wien.
„ Hofrath Prof. Dr. Wiedemann in Leipzig.
„ Prof. Dr. V. Wietlisbach in Bern.
„ Prof. und Akademiker Dr. W[illegible] in St. Petersburg.
„ Oberbergrath Professor Dr. Clemens Winkler in Freiberg, Sachsen.
„ Prof. Dr. Wislicenus in Leipzig.
„ Prof. Dr. Wüllner in Aachen

*) Gestorben 23. Mai 1895.

Vorstand.

Der Vorstand des Physikalischen Vereins bestand im Vereinsjahre 1893—94 aus den Herren:

Director Dr. phil. Heinrich Rössler,
Dr. phil. Julius Ziegler,
Sanitätsrath Dr. med. A. Libbertz,
Leo Ellinger,
Dr. phil. Eugen Lucius,
Dr. phil. Paul Bode.

Den Vorsitz führte Herr Dr. Rössler, als Schriftführer fungirte Herr Dr. Libbertz, als Kassier Herr Ellinger.

Generalversammlung.

Die ordentliche Generalversammlung des Vereinsjahres 1893/94 fand Samstag, den 20. October 1894, Abends 7 Uhr im grossen Hörsaal des Vereins unter dem Vorsitz des Herrn Dr. Rössler statt.

Nach dem vorgetragenen Jahresbericht hatte sich die Zahl der Mitglieder, welche zu Anfang des Vereinsjahres 457 betrug, am Schlusse desselben wieder auf 471 erhöht.

Von seinen Ehrenmitgliedern hat der Verein in diesem Jahre vier durch den Tod verloren:

Professor Dr. H. Hertz in Bonn,
Geh.-Rath Professor Dr. A. Kundt in Berlin,
Professor Dr. J. J. Oppel dahier und
Geh.-Rath Professor Dr. H. von Helmholz in Berlin.

Die wissenschaftliche Thätigkeit bewegte sich in den gewohnten Bahnen, und erfreuten sich alle Lehrkurse, sowie auch die Samstagsvorlesungen eines regen Besuches. Zu den Mittwochsvorlesungen wurden im Winter 361, im Sommer 396 Schülerkarten ausgegeben, auch erhielten einzelne Schüler Freikarten zu den Vorträgen über Chemie. In der Stadthalle hielt Herr Dr. de Neufville drei populäre chemische Vorlesungen.

Im chemischen Laboratorium arbeiteten im Winter 11, im Sommer 17, im physikalischen Laboratorium im Winter 2, im Sommer 6 Praktikanten.

Die elektrotechnische Lehranstalt war im Winter von 10 ordentlichen, im Sommer von 14 ordentlichen Schülern, ausserdem von 8 Hospitanten besucht. Unter denselben befanden sich 2 Dänen, 1 Schwede, 1 Holländer und 1 Amerikaner. Der Blitzableiterkursus hatte 22 Zuhörer.

Die Aufträge für die elektrotechnische Untersuchungsanstalt haben sich wesentlich vermehrt und werden sich wohl Angesichts der Eröffnung des städtischen Elektricitätswerks noch weiter vermehren.

Zu Ostern fand unter der Leitung des Herrn Dr. Bode zum erstenmal ein naturwissenschaftlicher Fortbildungskurs für Lehrer statt, welcher von Seiten der Behörden freudig begrüsst und von allen Theilnehmern sehr günstig beurtheilt worden ist, und über welchen speciell berichtet werden soll. Es haben daran 52 Herren, darunter 9 von auswärts Theil genommen. Zu Pfingsten besuchten die in Wiesbaden tagenden naturwissenschaftlichen Lehrer und mit ihnen Herr Geh. Regierungs- und Schulrath Lahmeyer von Cassel den Verein.

Bei den meteorologischen Arbeiten haben, nach Durchführung der grösseren Veränderungen im Jahre 1893, solche im Jahre 1894 nicht mehr stattgefunden.

Was die Finanzen des Vereins betrifft, so ist es dem Vorstand trotz grosser Schwierigkeiten gelungen, das Gleichgewicht im Budget wenigstens nahezu einzuhalten. Der Herr Handelsminister hat auf wiederholte Eingaben Seitens des Vorstandes wenigstens 1000 Mark, die Hälfte der früheren Subvention, gewährt, und ausser den regelmässigen Unterstützungen von Seiten der Stadt ist dem Verein von der Polytechnischen Gesellschaft ein Beitrag von 2000 Mark zugekommen, für welchen der Verein nicht dankbar genug sein kann.

Durch wiederholte private Zuwendungen ist es möglich gewesen, die nothwendigen Erneuerungen im physikalischen Cabinet zu decken, wobei es dem Verein von grossem Vortheil war, dass Herr Prof. König mit Hülfe eines periodisch angestellten Mechanikers Vieles im Hause herstellen liess.

Speziell für einen durch die vergrösserte Ausdehnung der elektrotechnischen Untersuchungsanstalt nothwendig gewordenen Umbau sind von Freunden des Vereins demselben neuerdings grössere Summen zur Verfügung gestellt worden. Ueber Alles folgt in dem Bericht nähere Angabe.

Die Kassenrevisoren, die Herrn Director H. Andreae, Stadtrath Horkheimer und R. Eyssen, haben die vorgeschriebene Revision der Kasse und der Bücher vorgenommen, und wurde auf Grund der vorliegenden Revisionsbescheinigungen dem Vorstand die Decharge ertheilt.

Bei den statutenmässig vorzunehmenden Wahlen wurden an Stelle der aus dem Vorstand austretenden Herren Dr. Ziegler und Dr. Lucius die Herren Dr. von Brüning und Dr. Jassoy gewählt. Zu Revisoren für das künftige Jahr wurden bestimmt die Herren A. du Bois, A. Askenasy und Dr. P. Rödiger.

Geschenke.

Geldgeschenke.

Von einem Ungenannten	M.	200.–
Aus dem Nachlass des Herrn Ingenieur Ettling	„	200.–
Kassenbestand des aufgelösten Koch'schen Collegs	„	1180.21
	M.	1580.21

Für den Umbau des Hauses.

Dr. E. Lucius	M.	2000.–
Dr. H. Rössler	„	1000.–
W. Merton	„	1000.–
Leo Ellinger	„	1000.–
Hektor Rössler	„	500.–
A. de Ridder	„	500.–
A. v. Reinach	„	500.–
M. Oppenheim	„	500.–
Dr. G. v. Brüning	„	400.–
A. Schneider	„	300.–
L. Sonnemann	„	300.–
Th. Stern	„	300.–
G. Speyer	„	300.–
Dr. L. Liebmann	„	250.–
M. v. Guaita	„	200.–
A. v. Neufville	„	100.–
Carl Andreae	„	100.–
	M.	9250.–

Bücher und Schriften.

a. Im Tauschverkehr.

Aussig. Naturwissenschaftl. Verein.—Thätigkeitsbericht für 1887/93.

Basel. Naturforschende Gesellschaft. — Verhandl. X. Band, 2. Heft.

Berlin. Deutsche chemische Gesellschaft.—Berichte. XXVII. Jahrgang.

Berlin. Königl. Preussisches meteorologisches Institut. — Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1890 u. 91. — Ergebnisse der Niederschlagsbeobacht. im Jahre 1892.— Ergebnisse der Beobacht. an den Stationen 2. und 3. Ordnung. 1894.

Berlin. Zweigverein der Deutschen meteorologischen Gesellschaft. — Bericht über die Thätigkeit des Königl. preuss. meteorologischen Instituts 1893.

Berlin. Königl. Akademie der Wissenschaften. — Sitzungsber. 1893.

Berlin. Physikalische technische Reichsanstalt. — Wissenschaftliche Abhandlungen, I. Band 1894.

Braunschweig. Verein für Naturwissenschaft. — VII. Jahresber. 1893.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. — Abhandlungen, 13. Band, 1. Heft und Beilage.

Bremen. Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1893. Meteorol. Station I. Ordnung in Bremen. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen. Jahrgang IV, 1894.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur. — Literatur und Volkskunde der Provinz Schlesien. — 71. Jahresbericht 1893.

Brünn. Naturforschender Verein. — Bericht der meteorologischen Commission pro 1891. Verhandlungen, Band 31.

Budapest. Königl. Ungarische Akademie der Wissenschaften. — Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. XI. Bd., 2. Hälfte 1894. — Rapport annuel de l'academie Hongroise des Sciences 1893.

Bukarest. Rumänisches meteorologisches Institut. — Analele institutalni meteorologic al Romanici 1892, Tom VIII.

Bukarest. Societatii de Sciente Fizice Buletinul. Jahrgang III, Lavoisier Festschrift.

Chemnitz. Königl. Sächsisches meteorologisches Institut. — Jahrbuch 1893.

Chur. Naturforschende Gesellschaft Graubündens. — Jahresbericht, Neue Folge, XXXVII. Band. Vereinsjahr 1893/94.

Cordoba. Academia Nacional de ciencias. — Boletin, Tomo XII.

Danzig. Naturforschende Gesellschaft. — Schriften, Neue Folge.

Darmstadt. Verein für Erdkunde. — Notizblatt, 4. Folge, 14. Heft 1893.

Davos. Kur-Verein Davos-Platz. — Davoser Wetterkarte. 1894.

Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis." — Sitzungsberichte und Abhandlungen, 1893.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. — Bericht, 78. Jahrg. 1892/93.

Frankfurt a. M. Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. — Bericht 1894.

Frankfurt a. M. Handelskammer. — Jahresbericht 1893.

Frankfurt a. M. Städelsches Kunstinst. — XII. Jahresbericht 1894.

Frankfurt a. M. Elektrotechnische Rundschau. — XI. Jahrgang 1894.

Frankfurt a. d. O. Naturwissenschaftlicher Verein. — Monatliche Mittheilungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. 11. Jahrg.

Frankfurt a. d. O. Societatum litterae. — VIII. Jahrgang.

Freiburg i. B. Naturforschende Gesellschaft. — Berichte. 8. Band.

St. Gallen. Naturwissenschaftl. Gesellschaft. — Jahresbericht 1891/92.

Göttingen. Königl. Gesellschaft der Wissenschaften. — Nachrichten 1894.

Graz. Verein der Aerzte in Steiermark. — Mittheilungen 1893. 30. Vereinsjahr.

Graz. Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark. — Jahrg. 1893.

Greifswald. Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen. — Mittheilungen 1893. 25. Jahrgang.

Halle. Kaiserl. Leopold.-Carolin.-Akademie der Naturforscher. — Leopoldina 1894.

Hamburg. Deutsche Seewarte. — Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte, XVI. Jahrg. 1893. — Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen, Jahrg. XV und XVI, 1893 und 1894.

Harlem. Société hollandaise des Sciences. — Archives néerlandaises des Sciences exactes et nat. Tome XXVII.

Heidelberg. Naturhistorisch-medicin. Verein. — Verhandlungen, neue Folge, 5. Band, 2. Heft.

Hermannstadt. Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaft. — Verhandlungen und Mittheilungen, 43. Jahrgang, 1893.

Innsbruck. Naturwissenschaftlich-medicinischer Verein. — Berichte. 21. Jahrgang. 1892/93.

Karlsruhe. Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie. — Jahresbericht. — Beiträge zur Hydrographie des Grossherzogthums Baden, 8. Heft. Jahrgang 1892. — Niederschlagsbeobachtungen der meteorologischen Stationen im Grossherzogthum Baden. Jahrgang 1894, 1. Halbjahr.

Kassel. Verein für Naturkunde. — Bericht über das Vereinsjahr 1893/94.

Klausenburg. Siebenbürg. Museums-Verein. — Bericht XVIII, 1893.

Leipzig. Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaft., math.-phys. Classe. — Berichte 1894.

London. Royal society. — Report of the meteorol. Council, 1893.

Luxemburg. Verein Luxemburg. Naturfreunde. — Fauna 1894, No. 6 und 7.

Magdeburg. Naturwissenschaftlicher Verein. — Jahresberichte und Abhandlungen. 1893/94. — Festschrift zur Feier des 25 jährigen Stiftungstages.

Manchester. Literary and Philosophical Society. — Memoirs and Proceedings, Vol. VIII.

Mexico. Sociedad cientifica Antonio Alzate. — Memoiras y Revista, Tomo VII, 1893/94.

Moskau. Société impériale des Naturalistes. — Bulletin No. 1—3, 1893 und No. 1—2, 1894.

München. Königl. Academie der Wissenschaften, math.-phys. Classe. — Bericht 1894, 1.—3. Heft.

München. Königl. Bayerische meteorol. Station. — Sonderabdruck aus den Beobachtungen der meteorol. Stationen im Königreich Bayern. Band XIV, Jahrgang 1892.

New-York. American geographic. Society. — Bullet. 1894, No. 1—3, Vol. XXVI.

Odessa. Neurussische naturforschende Gesellschaft. — Memoires, Band XVIII.

Ohio. Meteorological Bureau. — Report 1894.

St. Petersburg. Physikalisches Central-Observatorium. — Annalen 1893, Tome 1.

Prag. Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. — Jahresbericht 1893. Sitzungsberichte 1893.

Prag. K. Königl. Sternwarte. — Astronomische Beobachtungen der Jahre 1892 bis 1893. — Magnet. und meteorol. Beobachtungen. Bd. 54.

Prag. Verein Casopis. — Bericht, 23. Jahrgang, 1.—5. Heft.

Prag. Naturhistorischer Verein „Lotos." — Jahrbuch für Naturwissenschaft, Band XIV.

Stuttgart. Deutsches meteorologisches Jahrbuch, Jahrgang 1893. — Meteorologische Beobachtungen in Württemberg, 1894.

Thorn. Copernikus-Verein. — Mittheilungen, 9. Heft, 1894.

Tiflis. Physikal. Observatorium. — Meteorolog. Beobachtungen 1892.

Tokio, Japan. Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. — Mittheilungen, Band VI, 53 und 54. Heft 1894.

Turin. Akademie der Wissenschaften. — Osservazioni meteorolog. 1893 und 1894.

Upsala. Bulletin mensuel de l'observ. météorol. Band XXV und XXVI, 1893/94.

Wien. Kaiserl. Königl. Geologische Reichsanstalt. — Verhandlungen, No. 15—18, 1893, No. 1—13, 1894.

Wien. Kaiserl. Academie der Wissenschaften. — Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe. I. Abth. No. 1—7, II^a und II^b Abth., No. 1—7, III. Abth., No. 1—7, 1893.

Wien. K. K. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. — Jahrbücher, neue Folge, Band XXIX.

Wien. Verein für Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. – Populäre Vorträge aus allen Fächern der Naturwissenschaft. 34. Cyklus.
Wien. Oesterreichischer Touristen-Club. — Mittheilungen der Section für Naturkunde. V. Jahrgang 1893.
Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. — Jahrbuch 1894, 47. Jahrgang.
Wilhelmshaven. Observatorium der Kaiserl. Marine. — Beobachtungen aus dem magnetischen Observatorium, Tome II u. III. – Bestimmung der erdmagnetischen Elemente, ausgeführt im Auftrage der Kaiserl. Admiralität. — Erdmagnetische Beobachtungen zu Wilhelmshaven.
Würzburg. Physik. med. Gesellschaft. — Sitzungsbericht, Jahrg. 1893.
Zürich. Naturforsch. Gesellschaft. — Vierteljahresschrift, 39. Jahrg. – Neujahrsblatt auf das Jahr 1895.

b. Von Privaten.

Von Herrn Dr. Julius Ziegler dahier:
Eine vierstellige Logarithmentafel.
Eine siebenstellige Logarithmentafel.
J. Tyndall, das Wasser.
Pflanzenphänologische Beobachtungen, 1891.
Von Herrn Professor Abbe in Jena:
S. Czapski, Theorie der optischen Instrumente. Breslau 1893.
Von der Section Frankfurt a. M. des Deutschen u. Oesterr. Alpenvereins:
Festschrift zum 25 jährigen Bestehen.
Von Herrn Major Dr. von Heyden dahier:
Eine Photographie von R. Boettger.
Von Herrn Prof. Dr. W. König dahier:
Ein Porträt von H. v. Helmholtz, in Lichtdruck.
Von Herrn Dr. L. Liebmann dahier:
Tschermak, Lehrbuch der Mineralogie.
Fliedner, Lehrbuch der Physik, 1876.
Strecker, Lehrbuch der Chemie, 1868/69.
Hirzel, Katechismus der Chemie, 1873.
Pinner, Repetitorium der org. Chemie, 1884.
Miller und Kiliani, Lehrbuch der analytischen Chemie, 1884.
Fresenius, Anleitung zur qual. chem. Analyse, 1869.

Apparate, Präparate.

1. Für die elektrotechnische Abtheilung.

Von Herren Dieterichs & Löffelhardt in Hamburg: Zusammenstellung von Blitzableitermaterial.

Von der European Weston Cie. in Newark: Ampèremeter und Einzeltheile.

Von der Kgl. Eisenbahn-Direction dahier: Beschädigtes Kabel, Axenbruch.

Von Herrn Emil Blust dahier: Installationsmaterial.

Von Herren Voigt & Haeffner dahier: Ausschalter, Sicherungen.

Von Herren Stadtrath Horkheimer u. J. Baer dahier: Elektrometer.

Von Herren Schuckert & Co. dahier: Elektrometer.

Von Herren Gebr. Adt in Ensheim: Installationsmaterial.

Von Herrn Zander dahier: Beschädigte Blitzableiterspitze.

Von Herrn Dr. W. Epstein in Hüningen: Geräthe für chemische Arbeiten.

Von Herrn Theodor Trier dahier: Ein Deprez-Galvanometer.

Von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin: Eine reiche Collection von Installationsmaterialien, Schaltapparaten, Widerständen u. dgl.

Von Herrn André in Offenbach: Apparat zur Demonstration der trigonometrischen Funktionen.

Von Herren Simonis & Lanz dahier: Modell eines Kesselverschlusses.

2. Für das physikalische Cabinet.

Von Herrn Dr. P. Bode dahier: Ein Projectionsmikroskop.

Von Herren Wirth & Co. dahier: Cartonbogen mit Balmainscher Leuchtfarbe.

Von Herrn Prof. Abbe in Jena: Beugungsgitter zur Demonstration der Abbe'schen Theorie der secundären Abbildung.

Von der Elektricitäts-Gesellschaft in Gelnhausen: Quecksilber-Luftpumpe nach Kahlbaum.

Von der Deutschen Gold- und Silber-Scheide-Anstalt vorm. Rössler dahier: Ein grosser Glasballon.

3. Für das chemische Laboratorium.

Von der Chemischen Fabrik Griesheim: Eine Sammlung von Fabrikaten, Rohmaterialien und Zwischenproducten.

Von der Gewerkschaft Messel bei Darmstadt: Eine Sammlung von Präparaten und Rohproducten.

Anschaffungen.

Bücher, Zeitschriften.

1. Zeitschriften (Fortsetzungen).

1) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Leipzig.
2) Liebig's Annalen der Chemie. Leipzig und Heidelberg.
3) Dingler's Polytechnisches Journal. Stuttgart.
4) Zeitschrift für physikalische Chemie. Leipzig.
5) Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht. Berlin.
6) Journal für praktische Chemie. Leipzig.
7) Chemisches Centralblatt. Leipzig.
8) Zeitschrift für analytische Chemie. Wiesbaden.
9) Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Giessen.
10) Jahresbericht über die Fortschritte der Physik. Berlin.
11) Astronomisches Jahrbuch. Berlin.
12) Astronomische Nachrichten. Altona.
13) Zeitschrift für Mathematik und Physik. Leipzig.
14) Zeitschrift für Instrumentenkunde. Berlin.
15) Elektrotechnische Zeitschrift. Berlin.
16) Polytechnisches Notizblatt. Frankfurt a. M.
17) Comptes rendus. Paris.
18) Journal of the Institution of the electrical Engineers. London.

2. Bücher.

Ostwald, Lehrbuch der allgem. Chemie. 2. Auflage. Band 1 u. 2.
Winkelmann, Handbuch der Physik. Band 1, 2 und 3.
Tyndall, Das Licht.
Hellmann, Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus. No. 1, 2 und 3.

Apparate.

1. *Für das physikalische Cabinet.*

Ein feiner Gewichtsatz.
Ein horizontales Mikroskop.
Ein Kaleidophon nach Melde.
Seilwellen, Polarisatoren.
Modell der Lichtbrechung nach Stöhrer.
Eine grosse optische Bank mit Zubehör.
Ein photographisches Gitter.
Ein Soleil'scher Compensator.
Eine Sammlung von 30 farbigen Gelatineblättchen.
Eine Zambonische Säule.
Apparate für die Lecher'schen Versuche.
Apparate für die Hertz'schen Versuche.
Drei Accumulatoren.
Saitenapparat mit elektromagnetischer Erregung.
Apparat zur Erklärung der Kundt'schen Staubfiguren.
Rotirende Scheibe mit 12 Linsen für objective stroboskopische Versuche.
Drehbank nebst Zubehör.
Stationsbarometer für die meteorologische Station.

2. *Für das chemische Laboratorium.*

Eine Sauerstoffbombe mit Druckreducirventil.
Ein elektrischer Schmelzofen.
Ein Dampftrockenschrank aus Kupfer.

3. *Für die elektrotechnische Abtheilung.*

Accumulatorenbatterie, System Pollak (die Beschaffung wurde durch Entgegenkommen der Firma wesentlich erleichtert).
Zwei Fernrohrstative.
Compensationsapparat.
Geräthschaften für elektrochemische Arbeiten.
Hitzdrahtampèremeter.

Uebersicht der Einnahmen und Ausgaben.

1893—1894.

	M.	Pf.	M.	Pf.
A. Einnahmen.				
Städtische Subventionen	8500	—		
Staats-Subvention	500	—		
Beitrag der polytechnischen Gesellschaft	2000	—		
Mitglieder-Beiträge	8424	—		
Praktikanten-Beiträge	7175	—		
Eintrittskarten	160	—		
Elektrotechnische Untersuchungen . .	1280	55		
Wetterberichte	1858	—		
Zinsen	1485	17		
Unkosteneinnahme	481	90		
Geschenke	1580	21		
Diverse	35	80		
Deficit aus früheren Zuwendungen gedeckt	1740	99	35221	62
B. Ausgaben.				
Gehalte	13420	—		
Remunerationen	6021	—		
Allgemeine Unkosten	3438	07		
Bibliothek	931	20		
Heizung	541	54		
Beleuchtung	1417	16		
Hauseinrichtung	298	11		
Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt	1615	08		
Physikalisches Cabinet	1778	31		
Chemisches Laboratorium	1550	86		
Diverse Apparate	1234	30		
Jahresbericht	1375	99		
Rückzahlung und Zinsen an die Dr. Senckenberg'sche Stiftung . . .	1000	—		
Pension an Frau Professor Böttger .	600	—	35221	62

Lehrthätigkeit.

Vorlesungen.

Die regelmässigen Vorlesungen wurden von den Docenten des Vereins, den Herren Professor Dr. W. König, Dr. R. de Neufville und Dr. J. Epstein gehalten. Der Lectionsplan war der folgende:

A. Im Winter-Semester 1893—1894.

Montag, Abends von 7—8 Uhr: Grundzüge der anorganischen Chemie. Herr Dr. R. de Neufville.

Dienstag, Abends von 7—8 Uhr: Organische Chemie. 2. Theil. (Benzolderivate). Herr Dr. R. de Neufville.

Mittwoch, Abends von 6—7 Uhr: Die Lehre vom Licht (zugleich Schülervortrag). Herr Professor Dr. W. König.

Freitag, Abends von 7—8 Uhr: Ueber Schwingungen (mit Berücksichtigung elektrischer Schwingungen). Herr Professor Dr. W. König.

Samstag, Abends von 7—8 Uhr: Vorträge und Mittheilungen über neue Entdeckungen und Erfahrungen im Gebiete der Physik und Chemie, der Astronomie, Meteorologie und Elektrotechnik.

B. Im Sommer-Semester 1894.

Montag und Dienstag, Abends von 7—8 Uhr: Anorganische Experimental-Chemie mit besonderer Berücksichtigung der chemischen Technologie. Herr Dr. R. de Neufville.

Mittwoch, Abends von 6—7 Uhr: Die Lehre von der Wärme (zugleich Schülervortrag). Herr Professor Dr. W. König.

Freitag, Abends von 7—8 Uhr: Das Licht als Wellenerscheinung. Herr Professor Dr. W. König.

Samstag, Abends von 7—8 Uhr: Vorträge und Mittheilungen über neue Entdeckungen und Erfahrungen im Gebiete der Physik und Chemie, der Astronomie. Meteorologie und Elektrotechnik.

Samstags-Vorlesungen.

I. Von Herrn Professor Dr. W. König.

1) Ueber gekrümmte Lichtstrahlen und die Erscheinungen der Lichtspiegelung. Schichtet man zwei mit einander mischbare Flüssigkeiten von verschiedener Stärke der Lichtbrechung vorsichtig über einander und lässt sie einige Zeit stehen, so entwickelt sich durch allmähliche Diffusion der beiden Flüssigkeiten in einander ein stetiger Uebergang von der einen zur anderen. In dieser Uebergangsschicht pflanzt sich ein Lichtstrahl nicht mehr geradlinig fort, sondern erleidet eine stetige Krümmung. Macht man nach einem Vorschlage Wieners die Flüssigkeiten durch passende Mittel fluorescirend, so lässt sich der gekrümmte Verlauf der Lichtstrahlen unmittelbar wahrnehmen. Diese Versuche wurden vorgeführt mit Schichtung von Alkohol über Schwefelkohlenstoff (Krümmung nach unten) und von Alkohol über Wasser (Krümmung nach oben), schliesslich in einer grossen, 2 m. langen Glaswanne mit dreifacher Schichtung, Kochsalzlösung, Wasser und Alkohol. Eine Erklärung dieser Krümmung der Lichtstrahlen wurde nach den Grundsätzen der Wellentheorie entwickelt. Sodann wurden durch den Versuch die verschiedenen Curven veranschaulicht, die der Lichtstrahl beschreibt, wenn er unter verschiedenen Neigungswinkeln gegen die Horizontale in die Flüssigkeit eintritt, und aus dem Umstande, dass es Punkte gibt, die von mehreren Lichtstrahlen verschiedener Neigung getroffen werden, die Entstehung mehrfacher Bilder eines Objectes gefolgert. Nach Macé de Lépinay und Perot entstehen in der stetigen Uebergangsschicht zwischen zwei Flüssigkeiten für gewisse Stellen 2, für andere 3 Bilder eines Objectes. Die Lösungen in der grossen Glaswanne liessen diese 3 Bilder unmittelbar wahr-

nehmen. Einige Ansichten wirklich beobachteter Luftspiegelungen wurden mit dem Projectionsapparate vorgeführt. Zum Schlusse wurde darauf hingewiesen, dass diese Erscheinungen nur anomale Fälle der gewöhnlichen atmosphärischen Refraction sind, und es wurden die merkwürdigen Folgerungen besprochen, die sich aus diesem Verhalten für den Verlauf der Lichtstrahlen in der Atmosphäre des Jupiter und der Sonne ziehen lassen.

2) Ueber den Einfluss des Staubes auf die Condensation des Wasserdampfes. Der Wasserdampf condensirt sich entweder auf festen Gegenständen als feuchter Beschlag oder in der freien Luft als Nebel oder Wolke. In letzterem Falle kann die Condensation entweder durch Mischung des wärmeren Dampfes mit kälterer Luft, wie beim Dampfstrahl, oder durch plötzliche Ausdehnung und dadurch bewirkte Abkühlung dampfhaltiger Luft erfolgen. Coulier und Mascart haben zuerst gezeigt, dass in diesen Fällen die Condensation in Nebelform an die Anwesenheit von Staub geknüpft ist. Der Vortragende zeigte, dass in einer mit staubfreier, d. h. durch Watte filtrirter Luft erfüllten Flasche keine Nebelbildung hervorgerufen werden kann, dass aber eine geringe Staubmenge genügt, um dichten Nebel darauf niederzuschlagen. Es wurde die darauf gegründete Methode von Aitken beschrieben, die Staubtheilchen in der Luft zu zählen, und es wurden einige der von Aitken erhaltenen Zahlen genannt. Im Freien beträgt die Zahl der Staubtheilchen in einem Cubikcentimeter Tausende bis Zehntausende, kann aber gelegentlich bis auf ca. 20 heruntergehen. In geschlossenen Räumen steigt sie bis auf mehrere Millionen. Die Untersuchungen sind von R. v. Helmholtz weitergeführt worden unter Anwendung des Dampfstrahles. Es wurde gezeigt, dass sowohl Elektrisirung als gewisse chemische Agentien im Stande sind, das Aussehen des Dampfstrahles charakteristisch zu verändern, und die schwache Condensation in eine starke, dichte überzuführen. Da bei einigen dieser Fälle die Mitwirkung fester Staubkerne ausgeschlossen ist, so haben R. v. Helmholtz und Richarz den Schluss daraus gezogen, dass nicht bloss feste Staubtheilchen, sondern auch moleculare Erschütterungen durch chemische im Dampfstrahl sich vollziehende Processe die Condensation auszulösen vermögen. Zum Schlusse wurde in Kürze auf die bei diesen Wolkenbildungen auftretenden Farbenerscheinungen hingewiesen, die eine Erklärung abgeben dürften für die eigenthümlichen, nach dem Krakatau-Ausbruche in der Atmosphäre beobachteten optischen Erscheinungen.

3) Gedächtnissrede auf John Tyndall und H. Hertz. (Siehe letzter Jahresbericht, Seite 56—66.)

4) Ueber Tyndalls aktinische Wolken und die blaue Farbe des Himmels. In einen weiten Glascylinder, der auf der einen Seite mit einer luftdicht aufgekitteten Glasplatte verschlossen ist, auf der anderen Seite Röhrenansätze mit Hähnen trägt, lässt man,

nachdem die Luft aus ihm völlig ausgepumpt ist, ein wenig Luft eintreten, die mit dem Dampfe von Amylnitrit gesättigt ist, und beleuchtet das Innere mit einem stark convergenten Strahlenkegel elektrischen Lichtes. Nach kurzer Zeit entsteht in der Röhre ein in der Luft schwebender Niederschlag von ausserordentlicher Feinheit, der von dem auffallenden Lichte anfangs nur die Strahlen kürzester Wellenlänge, bei weiterem Anwachsen auch die anderen Strahlen des Specktrums, diese aber stets in schwächerem Masse, nach allen Seiten hin zerstreut und dadurch als eine blaues Licht ausstrahlende Wolke erscheint. Die chemische Natur des Niederschlages lässt sich bei der Kleinheit der Theilchen nicht feststellen. Physikalisch ist die Erscheinung die gleiche, wie sie alle sog. trüben oder opalescirenden Mittel zeigen. Es wurden solche Mittel hergestellt durch Eintröpfeln von etwas Mastixlösung, von verdünnter Eau de Cologne und von Milch in Wasser, und es wurde durch Vergleich mit fluorescirenden Lösungen der Unterschied zwischen dieser Ausbreitung des Lichtes durch Diffusion und der Ausbreitung des Lichtes durch Fluorescenz gezeigt. Dieser Unterschied besteht einmal darin, dass das diffuse Licht stets hervorgeht aus dem einfallenden Lichte derselben Wellenlänge, während das Fluorescenzlicht stets aus einfallendem Lichte von kürzerer Wellenlänge erzeugt wird, und dann darin, dass das Fluorescenzlicht stets unpolarisirt, das diffuse Licht trüber Medien aber in bestimmter, stets gleicher Weise polarisirt ist. Diese Polarisation des diffusen Lichtes wurde gezeigt, indem die diffundirenden Mittel mit polarisirtem Lichte beleuchtet wurden. Die Gesetze dieser Polarisation wurden besprochen, und es wurde darauf hingewiesen, dass sowohl in der Farbe als im Polarisationszustande das blaue Licht des Himmels den Erscheinungen der aktinischen Wolken entspricht.

5) Ueber die Drehung der Schwingungsebene des Lichtes in Quarz und in Zuckerlösungen. Wenn ein geradlinig polarisirter Lichtstrahl durch eine zur Krystallaxe senkrecht geschnittene Quarzplatte senkrecht hindurchgeht, so bleibt er nicht, wie z. B. bei dem gleichen Versuche mit einer Kalkspathplatte, unverändert, sondern erfährt eine Drehung seiner Schwingungsebene, dergestalt, dass der Analysator aus der Kreuzstellung gegen den Polarisator um einen gewissen Winkel gedreht werden muss, um wieder Auslöschung des Lichtes zu ergeben. Diese Thatsache wurde zunächst durch einen einfachen Versuch mit Hülfe des Projectionsapparates und der grossen Nicol'schen Prismen objectiv veranschaulicht. Es wurde dann gezeigt, dass die Grösse dieser Drehung abhängt von der Dicke der Platte und von der Farbe des Lichtes; sie ist grösser für blaues Licht als für grünes und grösser für grünes als für rothes. Daraus erklärt sich das Auftreten von Farben, wenn man die Quarzplatten zwischen Nicol'schen Prismen in weissem Lichte betrachtet. Es wurde ferner gezeigt, dass es Quarze giebt, bei denen die Drehung

im Sinne des Uhrzeigers erfolgt, und andere, bei denen sie im entgegengesetzten Sinne vor sich geht, und dass die Grösse der Drehung für beide Quarzarten unter gleichen Umständen die gleiche ist. Es wurde auch auf die äusseren Kennzeichen hingewiesen, durch die sich die beiden Quarzarten von einander unterscheiden. Die gleiche Eigenschaft der Drehung der Schwingungsebene besitzen eine Anzahl anderer Krystalle, sowie eine Anzahl von Flüssigkeiten, vor allem Rohrzucker-Lösungen. Die letztere Thatsache wurde mit Hülfe des schönen Versuches von Lallemend vorgeführt. Ein geradlinig polarisirter Lichtstrahl wird durch eine lange Glasröhre geschickt, die mit ganz concentrirter, durch einen geringen Zusatz von Mastixlösung getrübter Zuckerlösung gefüllt ist. Infolge der Diffusion des Lichtes wirkt die Lösung als Analysator. In homogenem Lichte erkennt man die Drehung der Schwingungsebene an dem schraubenförmigen Verlauf der Auslöschungsrichtung in der Röhre; im weissem Lichte zeigt die Röhre in ihrer Längsausdehnung die ganze Folge der Interferenzfarben. Zum Schluss wurde die Anwendung dieser Erscheinung zur Bestimmung des Zuckergehaltes besprochen, und im besondern die Principien des Soleil'schen Saccharimeters und der neueren Halbschatten-Apparate durch objective Demonstration erläutert.

6) und 7) Ueber den Einfluss des Lichtes auf die elektrischen Entladungen. Die ersten Beobachtungen hierüber hat Hertz bei Gelegenheit seiner berühmten Versuche angestellt. Er fand für die von ihm beobachteten Fünkchen, die Secundärfunken, grössere Schlagweiten, wenn das Licht des erregenden Funkens, des Primärfunkens, auf die secundäre Funkenstrecke fiel, und er wies nach, dass diese Wirkung den Strahlen kürzester Wellenlänge zuzuschreiben ist, die von dem primären Funken ausgehen. Diese Versuche wurden in der Anordnung von Hertz und dann in derjenigen von E. Wiedemann und Ebert vorgeführt und der Durchgang der Wirkung durch Quarz und Marienglas, ihre Absorption in Glas und Glimmer gezeigt. E. Wiedemann und Ebert fanden bei der Weiterführung der Hertz'schen Untersuchung, dass die Wirkung bedingt ist durch das Auftreffen ultravioletter Strahlen auf die Oberfläche der Kathode der Funkenbahn, d. h. auf diejenigen Stellen der metallischen Oberfläche, von denen bei der Funkenentladung negative Elektricität ausgeht. Dadurch treten diese Erscheinungen in unmittelbare Beziehung zu der Einwirkung des ultravioletten Lichtes auf statische Ladungen, die von Hallwachs beobachtet worden ist. Es wurde nach der Versuchsanordnung von Hallwachs gezeigt, dass von einer frisch abgeschmirgelten, isolirt aufgestellten Zinkplatte bei Beleuchtung mit einer ultraviolette Strahlen enthaltenden Lichtquelle eine negative Ladung verschwindet, eine positive dagegen nicht, dass die von der Platte fortgehende negative Ladung in die umgebende Luft hineinwandert und durch diese hindurch auf andere in der Nähe befindliche

Körper übergehen kann, und schliesslich, dass die gleiche Zinkplatte in neutralem Zustande sich durch Belichtung positiv ladet, wobei das Zustandekommen einer stärkeren Wirkung durch kräftiges Anblasen der Platte befördert werden kann. Diese letztere Erscheinung ist als das Grundphänomen anzusehen. Bei ultravioletter Bestrahlung haben die Körper die Tendenz sich positiv zu laden so lange, bis die Bewegung der negativen Elektricität von den Körpern fort durch die Anziehung der entstehenden positiven Ladung gehemmt wird. Mechanische Fortbewegung der Luft mit den negativ geladenen Theilchen (durch Anblasen) steigert die Wirkung. Eine negative Ladung der Körper steigert durch die abstossende Wirkung auf die negativ geladenen Theilchen ebenfalls den Fortgang der letzteren und unterhält ihn so lange, bis die ganze negative Ladung verschwunden ist und eine schwach positive Ladung das Gleichgewicht herstellt. Zwei Fragen sind dabei noch offen: einmal was für Theilchen als Träger der negativen Elektricität in der Luft wirksam sind. Aus der Einwirkung solcher Luft auf einen Dampfstrahl haben Lenard und Wolf geschlossen, dass die beleuchteten Körper selbst gewissermassen zerstäuben. Für die Beantwortung der anderen Frage aber, wie das ultraviolette Licht eine solche zerstäubende Wirkung auszuüben vermag, fehlt es noch an jeglichem Anhalt.

8) Ueber atmosphärische Elektricität. Der erste, der als eine wissenschaftliche Hypothese die Behauptung aufstellte, dass Blitze elektrische Entladungen wären, war ein Leipziger Professor, J. H. Winkler (1746). Nach ihm hat Franklin den experimentellen Nachweis für die Richtigkeit dieser Behauptung geführt, indem er den elektrischen Zustand der Gewitterwolken durch Spitzenwirkung mit Hülfe eines Drachen nachwies. Bei den Wiederholungen dieses Versuches machte man die Wahrnehmung, dass es gar nicht eines gewitterhaften Zustandes der Atmosphäre bedarf, um derartige elektrische Wirkungen zu erhalten. Verbindet man die Hülle eines Goldblattelektroskopes mit der Erde, die Blättchen mit einer Spitze, oder noch besser einer Flamme, die isolirt im Freien aufgestellt ist, so divergiren die Blättchen um so stärker, je höher die Flamme über dem Erdboden sich befindet. Die Atmosphäre hat also die Eigenschaften eines elekrostatischen Feldes, in dem durch die Influenzwirkung irgendwo vorhandener elektrischer Ladungen elektrische Kraftwirkungen bestehen. Durch die Wirkung der Flamme nehmen die Blättchen denjenigen Werth des elektrischen Potentials an, der am Ort der Flamme in dem Felde statt hat. Für das elektrische Feld der Atmosphäre wirkt die Erde als Leiter von constantem Potential; über einer freien Ebene hat daher die elektrische Kraft die Richtung der Verticalen und die Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten der Verticalen von 1 m Höhendifferenz misst die Stärke des Feldes. Man nennt diese Potentialdifferenz, ausgedrückt in Volt, das atmosphärische

Potentialgefälle, und diese Grösse ist von Exner als Characteristicum des elektrischen Zustandes der Atmosphäre eingeführt worden. Das Vorzeichen und die Grösse dieses Potentialgefälles hängen von den meteorologischen Verhältnissen ab. An heitern wolkenlosen Tagen findet man aber stets und überall auf der Erde ein positives Potentialgefälle, d. h. eine Zunahme des Potentials mit der Höhe, und diese Zunahme ist um so grösser, je reiner die Luft ist. Die Thatsache findet ihre einfachste Erklärung in der zuerst von Peltier aufgestellten Ansicht, dass die Erde selbst eine elektrische, und zwar eine negativ-elektrische Ladung besitzt. Bei vollkommen klarer Luft würde dann die elektrische Wirkung in der Atmosphäre nur von dieser Ladung auf der Erdoberfläche herrühren; den Betrag des atmosphärischen Potentialgefälles für diesen Fall nennt man das „normale atmosphärische Potentialgefälle." — Um diese Verhältnisse zu veranschaulichen, wurden Versuche der beschriebenen Art im Kleinen ausgeführt. Eine isolirt aufgestellte, ungefähr 1 qm. grosse, mit Staniol bedeckte Fläche wurde dauernd auf — 600 Volt geladen. Die äussere Hülle eines Blattelektroskops war mit dieser Fläche, die Blättchen mit einer kleinen Lampe verbunden, die an isolirendem Halter über der Fläche bewegt werden konnte. Es wurde gezeigt, dass der Ausschlag der Blättchen mit der Erhebung über die Fläche wuchs, bei Verschiebung der Flamme parallel zur Fläche aber constant blieb, so lange man den Rändern der Fläche nicht zu nahe kam. Die „Flächen gleichen Potentials" (Niveauflächen) sind also parallele Ebenen. Es wurde ferner gezeigt, dass auf der Spitze eines Berges ein erheblich grösseres, im Grunde eines Thales ein erheblich kleineres Potentialgefälle erhalten wird, als auf einer Ebene, und dass daher die in der Wirklichkeit ausgeführten Messungen nur dann vergleichbar sind, wenn sie alle reducirt werden auf den Betrag über einer freien Ebene.

Zum Schlusse wurde darauf hingewiesen, dass, wenn die Erde negativ geladen ist, ein Einfluss der Bestrahlung im Sinne der jüngst besprochenen lichtelektrischen Versuche, also eine Abhängigkeit des Potentialgefälles von der Stärke der Sonnenstrahlung denkbar wäre. Diese Beziehung ist zuerst von Arrhenius zur Erklärung der täglichen und der jährlichen Schwankung des normalen Potentialgefälles benutzt worden. Neuere Untersuchungen von Elster und Geitel machen einen Zusammenhang dieser Art in der That wahrscheinlich.

9) Ueber anomale Farbenzerstreuung. (Zum Gedächtniss an August Kundt.) Am 21. Mai 1894 ist August Kundt, Professor der Physik in Berlin, der zu den Ehrenmitgliedern des Vereins gehörte, gestorben. Er stand unter den deutschen Physikern neben Helmholtz und Hertz in erster Reihe, hervorragend einerseits als Forscher durch seine geistreichen Experimental-Untersuchungen, andrerseits als Lehrer und Institutsleiter durch die ausserordentliche Anregung, die von ihm ausging, und die einen grossen

Kreis von Schülern um ihn versammelte. Aus der Fülle von schönen und originellen Arbeiten, die Kundt ausgeführt hat, griff der Vortragende sodann diejenigen über anomale Dispersion heraus, um an ihnen durch eine ausführlichere Darstellung die Art Kundt'scher Forschung zu erläutern. Es wurde eingehend der Gedankengang dargestellt, der Kundt zu diesen Untersuchungen geführt hat. Man kannte für die durchsichtigen Mittel den Zusammenhang zwischen den reflectirenden und den brechenden Eigenschaften. Für die Metalle konnte man wegen ihrer Undurchsichtigkeit die brechenden Eigenschaften nicht direct ermitteln. Aber die von Cauchy entwickelte Erweiterung der Theorie gestattete aus den reflectirenden Eigenschaften einen Schluss auf die brechenden Eigenschaften zu ziehen. Dabei ergaben die Untersuchungen von Quincke, Jamin u. A. sehr merkwürdige Resultate für die brechenden Eigenschaften der Metalle, theils sehr grosse Werthe des Brechungsverhältnisses, theils Werthe kleiner als Eins, für einige Metalle normale Farbenzerstreuung d. h. Zunahme des Brechungsexponenten mit Abnahme der Wellenlänge, für andere das umgekehrte Verhalten d. h. Abnahme des Brechungsverhältnisses von Roth nach Blau. Das letztere Verhalten bezeichnet man als anomale Dispersion. Zwischen den durchsichtigen Körpern und den Metallen stehen Körper, die für gewisse Farben sich wie durchsichtige Körper, für andere wie Metalle verhalten; es sind die Körper mit farbigem Metallglanz, wie Fuchsin, Cyanin und die ganze Reihe der organischen Farbstoffe. Bei diesen erwartete Kundt nach Analogie mit den Metallen Brechungsanomalien für diejenigen Farben, die metallisch reflectirt werden. Derjenige, der diese Brechungsanomalien zuerst beobachtete, war Christiansen; er fand sie bei Gelegenheit von Untersuchungen über totale Reflexion. Kundt hat den Gegenstand dann weiter verfolgt; er hat die Existenz der anomalen Dispersion an Lösungen der genannten Farbstoffe durch directe prismatische Ablenkung, unter Benutzung sehr spitzwinkliger Prismen nachgewiesen, und hat vor allem in der Methode der gekreuzten Prismen ein Mittel angegeben, die merkwürdigen Dispersionsverhältnisse solcher Lösungen zur unmittelbarsten Anschauung zu bringen. Diese Methode lässt das von Kundt gefundene Gesetz deutlich erkennen: Der Brechungsexponent steigt stark an, wenn man sich von dem Bereich der grossen Wellenlängen her dem Absorptionsstreifen. d. h. dem Gebiet der metallisch-reflectirten Strahlen nähert, er fällt stark ab, wenn man sich umgekehrt vom Bereich der kurzen Wellenlängen her dem Absorptionsstreifen nähert. An diese früheren Untersuchungen über anomale Dispersion schliessen sich dann die letzten Arbeiten an, die Kundt vor einigen Jahren veröffentlicht hat. Es gelang ihm durch Anwendung ganz dünner keilförmiger Metallschichten die Brechungsverhältnisse der Metalle nach der directen Methode der prismatischen Ablenkung zu ermitteln.

10) Ueber neuere Wolkenforschung. Der Vortragende legte die von Professor Hellmann in Berlin herausgegebenen „Neudrucke“ älterer meteorologischer Schriften vor. Das vor kurzem erschienene dritte Heft dieser Sammlung ist ein Abdruck von Howards berühmter Abhandlung über die Wolkenformen. Die von Howard geschaffene Terminologie ist grundlegend geworden für dieses Forschungsgebiet. Bei uns in Deutschland ist sie besonders durch Goethe bekannt geworden. Howard unterschied 3 Grundformen: Cirrus, Cumulus, Stratus, 2 Zwischenformen: Cirro-Cumulus und Cirro-Stratus und 2 gemischte Formen: Cumulo-Stratus und Cumulo-Cirro-Stratus oder Nimbus. Dieses Schema ist später vielfach verändert und erweitert worden; der Sinn der einzelnen Bezeichnungen ist dabei allmählich so schwankend geworden, dass sich das Bedürfniss nach einer internationalen Regelung der Frage geltend machte. Für eine unserer heutigen Kenntniss entsprechende Klassification der Wolken mussten andere Gesichtspunkte massgebend sein, als allein der der äusseren Form, die ja nur der Ausdruck für die besonderen Umstände ist, unter denen die Wolke entsteht und besteht. Vor allem wichtig ist die Höhe der Wolken; die hohen und die tiefen Wolken unterscheiden sich ihrer Beschaffenheit nach als Eiswolken und Wasserwolken; die ersteren zeigen die durch Brechung in den Eisprismen entstehenden Mondringe, die letzteren die durch Beugung an den Wassertröpfchen entstehenden Höfe. Nachahmungen beider Erscheinungen wurden objectiv mit der Projectionslampe vorgeführt, die Ringe durch Alaunkrystalle in einer gesättigten Alaunlösung (Versuch von Cornu), die Höfe durch Lycopodiumstaub auf einer Glasplatte (Versuch von Fraunhofer). Die genaue Höhe der Wolken ist zuerst von Ekholm und Hagström in Upsala gemessen worden. Auf Grund dieser Messungen unterscheidet man in der von Abercromby und Hildebrandson aufgestellten, und 1891 von der internationalen meteorologischen Conferenz in München angenommenen neuen Eintheilung der Wolken 3 Höhenstufen: höchste Wolken (im Mittel 9000 m. hoch) mittelhohe Wolken (3—7000 m.) und niedrige Wolken (1—2000 m.) In jeder Stufe unterscheidet man ferner zwischen getrennten oder geballten und zusammenhängenden oder schleierartigen Formen, so dass sich folgende Gruppen ergeben: Höchste Wolken, *a* Cirrus, *b* Cirro-Stratus; mittelhohe Wolken: *a* Cirro-Cumulus und Cumulo-Cirrus, *b* Strato-Cirrus, niedrige Wolken: *a* Strato-Cumulus, *b* Nimbus. Neben diesen Gruppen stehen als eine besondere Klasse von Wolken diejenigen, die durch die Art ihrer Entstehung in besonders characteristischer Weise vor den anderen ausgezeichnet sind, die durch dynamische Abkühlung im aufsteigenden Luftstrom sich bildenden Cumulus-Wolken. Ihre Basis liegt im Gebiet der niedrigen Wolken, i. M. in 1400 m. Höhe, ihre Gipfel erstrecken sich bei der kleineren Form (gewöhnliche Cumulus) bis zu 1800 m. Höhe, bei der grossen Form (Cumulo-Nimbus, schwere

Gewitterwolke) bis zu 3000—5000 m. Höhe. Von allen diesen Wolken werden endlich die in den untersten Regionen schwebenden Wolken (unter 1000 m.) als gehobene Nebel unterschieden und im Howard'schen Sinne mit dem Namen Stratus bezeichnet. Diese neue Classification soll nicht als eine endgültige angesehen werden, sondern nur die vorläufige Grundlage für die weitere Wolkenforschung abgeben, die in den nächsten Jahren in gesteigertem Umfange aufgenommen werden soll. Der von Hildebrandson, Köppen und Neumayer herausgegebene Wolkenatlas und der aus Lichtdruck-Copien photographischer Wolkenbilder bestehende Singer'sche Atlas waren zur Veranschaulichung der in der neuen Classification angewandten Bezeichnungsweise ausgelegt.

II. Von Herrn Dr. R. de Neufville.

1) Ueber poröses Porzellan der Berliner Porzellanmanufactur und daraus gefertigte Filtrirapparate. Es ist bekannt, dass die aus plastischem Thon geformten und schwach gebrannten Gegenstände in hohem Grade die Eigenschaft besitzen, Gase und Flüssigkeiten durch ihre Wände hindurch zu lassen. Diese Eigenschaft des porösen Thons findet mancherlei Benutzung, z. B. werden poröse Thonzellen bei den galvanischen Elementen gebraucht, poröser Thon dient in Gestalt von Thontellern zum Trockensaugen von Niederschlägen in den chemischen Laboratorien, ferner ist derselbe nach dem Vorgange von Pasteur auch zum Filtriren von Wasser benutzt worden, weil, wie derselbe gefunden hat, die sogenannten Porzellanfilter am längsten keimfreies Filtrat liefern. Die bisherigen Thonfilter hatten alle einen grossen Uebelstand, nämlich die geringe Widerstandsfähigkeit des schwach gebrannten Thons gegen äussere Einflüsse, wie Druck und Stoss, ferner reiben sich beim Gebrauch sehr leicht Theilchen ab und verunreinigen das Filtrat. Aus diesen Gründen sind solche Thonfilter im chemischen Laboratorium nie in Gebrauch gekommen. Es ist daher als ein bedeutender Fortschritt zu begrüssen, dass es der Berliner Porzellanmanufactur gelungen ist, eine Porzellanmasse zusammenzustellen, die sich bei hoher Temperatur brennen lässt, dadurch genügende Festigkeit erhält und dabei doch porös bleibt; aus dieser Masse werden ballonförmige Gefässe hergestellt und diese als Filter benutzt. Der Vortragende zeigte solche Ballons und eine Reihe von Versuchen aus dem Gebiete der Capillarität, die sich mit diesen Ballonfiltern in sehr schöner Weise vorführen lassen, wobei zugleich die Filtrirwirkung gezeigt und erläutert wurde. Die Filter lassen sich leicht reinigen und beliebig oft benutzen.

2) Ueber den Heizwerth des Leuchtgases und seine Bestimmung. Die Verwendung des Leuchtgases und anderer brennbarer Gase, Dawsongas, Wassergas, Generatorgas zu Heizzwecken und zum Betriebe von Kraftmaschinen verbreitet sich immer mehr und damit wird auch die Frage dringend, welchen Werth die einzelnen Gasarten für diese Zwecke haben, wie gross, allgemein gesagt, ihr Heizwerth in Calorien ist. Diese Frage kann von zwei Seiten aus gelöst werden; entweder man bestimmt gasanalytisch die Zusammensetzung des Gasgemenges und berechnet daraus den Heizwerth, oder man verbrennt das Leuchtgas in einem geeigneten Apparate und bestimmt durch direkte Messung die entwickelte Wärmemenge. Der erste Weg ist langwierig und gibt auch nur bei solchen Gasen, die arm an schweren Kohlenwasserstoffen sind, richtige Resultate. Der zweite ist erst ermöglicht, durch die von Junkers in Dessau ausgeführte Construction eines für diese Zwecke geeigneten Calorimeters. Das Prinzip dieses Apparates ist folgendes: Das zu untersuchende Leuchtgas passirt einen Gasmesser, in welchem die dem Versuch unterworfene Menge bestimmt wird; das gemessene Gas wird in einem Bunsenbrenner verbrannt und gibt seine Wärme an einen fliessenden Wasserstrom so vollkommen ab, dass die Rauchgase nur etwa 15° C. zeigen. Die Temperatur des durch den Apparat fliessenden Wassers wird beim Eintritt und beim Verlassen gemessen, die während der Versuchsdauer durchgeflossene Wassermenge wird aufgefangen und gewogen. Die Rechnung ist dann eine sehr einfache: Die Temperaturerhöhung t mit dem Gewicht k des durch den Apparat geflossenen Wasserquantums in Kilogr. gibt die gelieferten Calorien an, die nur noch durch die Zahl L der verbrannten Liter Leuchtgas zu dividiren sind, um die Calorien eines Liters Gas zu erhalten. Bei dieser Berechnung wird die Wärme, die dadurch frei wird, dass das Verbrennungsprodukt Wasserdampf in flüssiges Wasser übergeht, ebenfalls als Heizwerth bestimmt. Um sich von dieser Ungenauigkeit frei zu machen, wird das Wasser, welches sich durch die Verbrennung des Leuchtgases bildet, getrennt aufgefangen und gewogen. Diese Zahl in Grammen mal 0,6 gibt die Calorien an, welche von dem nach obiger Weise erhaltenen theoretischen Heizwerth abzuziehen sind, um den sogenannten praktischen Heizwerth zu erzielen. Selbstverständlich müssen bei vergleichenden Heizwerthbestimmungen, wie bei allen gasanalytischen Arbeiten Temperatur- und Barometerstand berücksichtigt werden. Unter der Annahme von 0° und 760 mm. Druck ergeben sich aus einer grösseren Anzahl von Beobachtungen für das sogenannte „Frankfurter Gas“ etwa 8000 Calorien pro Cbm. und etwa 6000 Calorien für „Englisches Gas.“

3) Ueber ein neues Verfahren des photographischen Copirprocesses vermittelst Mangansalzen, das die Verwendung der Silbersalze vollkommen umgeht. Die Gebrüder Lumière,

die Entdecker dieses Processes, hatten die Beobachtung gemacht, das ebenso wie die Eisensalze auch die Oxydverbindungen des Mangans bei Gegenwart organischer Substanzen, durch das Licht zu Oxydulverbindungen reducirt werden. Die Bilder, die sich auf solche Weise erhalten lassen, leiden aber an dem Uebelstande, dass die Farbe der Oxydverbindung nur wenig dunkler ist und sich das Bild daher nicht ordentlich abhebt, ausserdem würden die so aufbewahrten Bilder in kurzer Zeit vollkommen verblassen. Es ist daher nothwendig, die Farbencontraste zu verstärken und das Bild vor der Einwirkung des Lichts zu schützen, zu fixiren. Der Weg dazu war folgender: Es gibt eine grosse Anzahl organischer Verbindungen, die beim Behandeln mit oxydirenden Substanzen in in Wasser unlösliche Farbstoffe übergehen. Das Manganoxyd, das an den vor der Einwirkung des Lichtes geschützten Stellen zurückgeblieben ist, wirkt als solches Agens und es gelingt z. B. mit Anilin, Amidophenol und einer Reihe anderer Körper die verschiedenst gefärbten Bilder zu erzeugen, wobei zugleich die überschüssigen Mangansalze durch das Wasser ausgewaschen und so das Bild fixirt wird. Der Vortragende führte diesen Copirprocess in seinen verschiedenen Stadien vor und besprach zum Schluss noch die Beziehungen, die sich zwischen der chemischen Constitution organischer Verbindungen und ihrer Fähigkeit das latente photographische Bild zu entwickeln, ergeben haben.

4) Ueber die Goldgewinnung in Transvaal. Von Herrn Hasslacher, welcher im vergangenen Jahre die dortigen Goldminen besucht hatte, waren dem Vortragenden Erzproben und theilweise verarbeitetes Erz zur Verfügung gestellt. An der Hand dieses Materials und durch Versuche wurden die Methoden der Goldgewinnung erläutert. Das bergmännisch geförderte Golderz, ein pyritischer Quarz, wird zuerst in Pochwerken zu feinem Pulver gestossen, sodann führt ein Wasserstrom das fein gepulverte Erz über mit Quecksilber amalgamirte Kupferplatten. Das Quecksilber zieht das freie Gold an und fixirt es auf den Kupferplatten, von diesen wird das Goldamalgam von Zeit zu Zeit abgeschabt. Durch Erhitzen lässt sich aus dem Amalgam das Quecksilber vertreiben und es bleibt das Rohgold zurück. Die von diesen sogenannten Amalgamatoren ablaufenden Erze haben noch einen beträchtlichen Goldgehalt. Durch einen Schlemmprozess lässt sich daraus ein goldreicher Pyrit isoliren. Derselbe wird an der Luft geröstet und das geröstete Produkt sodann mit Chlor und Wasser behandelt; dabei löst sich Gold als Chlorgold und wird vermittelst Holzkohle wieder gefällt. Diesem Extraktionsprocess hat sich in neuerer Zeit ein Verfahren an die Seite gestellt, welches erlaubt, direkt den von den Amalgamatoren abfliessenden Erzen, den sogenannten Tailings, ihren Goldgehalt zu entziehen. Dieser von M. Arthur-Forest herrührende Cyanidprozess beruht auf der Löslichkeit des metallischen Goldes in Cyankalium, wobei sich ein wasserlösliches Doppelsalz, Kalium-

goldcyanid, bildet. Man gibt die Tailings in grosse Bottiche und lässt 0,5 bis 1 procentige Cyankaliumlösung zufliessen. Nach 12 Stunden ist die Extraction beendet; das Gold wird durch Einlegen von Zinkspähnen ausgefüllt. Dieses Verfahren ist von Moldenhauer von der hiesigen Gold- und Silberscheideanstalt wesentlich verbessert worden. Durch Zusatz von oxydirenden Mitteln, wie rothem Blutlaugensalz oder Kaliumpermanganat zu der Cyankaliumlösung lässt sich die Goldextraction wesentlich beschleunigen und vollständiger gestalten. Zum Fällen wird auch nicht mehr Zink, sondern Aluminium benutzt, dadurch wird die Cyankaliumlösung in ihrer Zusammensetzung nicht verändert und kann direkt wieder zum Extrahiren neuer Erze verwendet werden. Der aus den Lösungen auf die eine oder die andere Weise ausgefällte Goldschlamm wird über freiem Feuer getrocknet und unter einer Schicht von Soda und Quarz zusammengeschmolzen, wobei ein Rohgold von 650 – 800 Theilen fein erhalten wird. Dieses kommt zum Export und wird in Europa weiter gereinigt.

5) Ueber Kohlenstoff- und Wasserstoffverbindungen der Metalle und über Natriumsuperoxyd. Der Vortragende zeigte eine Reihe von Experimenten, welche die Bildung und Zersetzung von früher wenig bekannten Metallverbindungen illustriren. Von dem Eisen ist es schon lange bekannt, dass dasselbe sich mit dem Kohlenstoff zu verbinden vermag und dass die so entstehende Verbindung wesentlich andere Eigenschaften hat wie reines Eisen. Die Fähigkeit, sich mit Kohlenstoff zu vereinigen, zeigen aber auch andere Metalle, besonders in dem Momente, in dem sie aus Verbindungen in Freiheit gesetzt werden. So gelingt es, das Baryum, welches sich durch metallisches Magnesium aus seinem Carbonat reduciren lässt, bei Gegenwart von Kohle mit dieser zu verbinden. Die Reaction verläuft unter Feuererscheinung und man erhält Kohlenstoffbaryum, das beim Behandeln mit Wasser Acetylen gibt. In ähnlicher Weise entstehen in Gegenwart von Wasserstoff bei einer Reihe von Metallen Wasserstoffverbindungen. Es gelingt z. B. so, aus Cerium, das aus seinem Dioxyd durch Magnesium innerhalb einer Wasserstoffatmosphäre in Freiheit gesetzt worden ist, den Cerwasserstoff CeH_2 zu erhalten. Der Vortragende zeigte im Anschluss daran den am längsten bekannten Metallwasserstoff, den Palladiumwasserstoff und demonstrirte dessen Verhalten. Ausser diesen Wasserstoffverbindungen wurde noch eine interessante Sauerstoffverbindung gezeigt und ihr Verhalten durch Experimente erläutert. Wenn man Natrium bei genügendem Luftzutritt erhitzt, so verbrennt es und bildet eine weisse Masse von Natriumsuperoxyd. Dasselbe ist ein äusserst energisches Oxydationsmittel; mit Wasser entsteht Natronlauge und Wasserstoffsuperoxyd, mit Chromoxyd beim Schmelzen chromsaures Natrium. Organische Verbindungen werden beim Erhitzen mit trockenem Natriumsuperoxyd meist unter Feuererscheinung verbrannt. Das Natriumsuperoxyd kommt

in verschlossenen Blechbüchsen in den Handel und dient hauptsächlich wie das Wasserstoffsuperoxyd zu Bleichzwecken.

6) Ueber eine Sammlung von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Endprodukten der Chemischen Fabrik Griesheim, die dem Vereine zur Ergänzung einer früheren Collection geschenkt worden war. Der Vortragende besprach die Darstellung der chromsauren Salze aus dem Chromeisenstein, der hauptsächlich in Kleinasien gegraben und zum grössten Theile in Deutschland und England verarbeitet wird. Um das Chrom dieses Minerals in eine wasserlösliche Form zu bringen, wird dasselbe bei Zutritt von Luft und Gegenwart von Kalk erhitzt. Es entsteht dabei chromsaurer Kalk, der aus der Schmelze durch Wasser ausgelaugt wird; durch Versetzen dieser Lösung mit Soda und Zugeben von Schwefelsäure erhält man eine Lösung von Natriumdichromat, aus welcher dieses Salz in schönen Krystallen erhalten werden kann. Das Natriumchromat ist das Ausgangsmaterial zur Darstellung aller anderen Chromverbindungen. Es wird zum grossen Theil zur Herstellung der organischen Farbstoffe, zum Bleichen von Oel, als Oxydationsmittel und als Beize in der Färberei verwendet. Bedeutende Mengen werden auch zur Darstellung der bekannten gelben Farbe des Chromgelbs gebraucht. Zwei prächtige Krystallgruppen, von denen die eine fast einen halben Meter hoch war, bezeugten die leichte Krystallisirbarkeit des chromsauren Kaliums und Natriums. Ferner wurden eine Reihe von nitrirten aromatischen Kohlenwasserstoffen, sowie reine Pikrinsäure gezeigt; diese Körper finden in neuerer Zeit Anwendung als Sprengmittel. Der Vorzug dieser Sprengstoffe beruht zum Theil darin, dass sie durch Schlag oder Stoss, sowie durch Entzündung mit der Flamme nicht explodiren, dass ihr Zerfall aber durch die Explosion einer geringen Menge eines anderen Körpers, z. B. durch Knallquecksilber momentan hervorgerufen wird. Der Vortragende zeigte, wie z. B. Trinitrotolnol nicht durch einen glühenden Platindraht, nicht durch den überspringenden elektrischen Funken zur Explosion gebracht werden kann, dass aber dieselbe sofort und mit furchtbarer Gewalt eintritt, wenn man durch eine kleine Menge Knallquecksilber, die man explodiren lässt, die Entmischung des nitrirten Kohlenwasserstoffs herbeiführt.

7) Ueber Sprengstoffe, deren Fabrikation in den letzten Jahren so bedeutende Fortschritte gemacht hat. Der Vortragende entwickelte, wie sich unter Zugrundelegung einer bestimmten Zersetzungsgleichung die theoretische Leistungsfähigkeit eines Sprengstoffes berechnen lässt. Von diesem theoretischen Nutzeffekt kommt aber praktisch bei der Explosion nur ein Bruchtheil zur Anwendung, da, besonders bei langsam sich zersetzenden Explosivstoffen, ein grosser Theil der Explosionsgase ohne Leistung von Arbeit entweichen kann. Es ist daher höchst wichtig, die Schnelligkeit, mit der ein Sprengstoff explodirt, die sogenannte Brisanz, kennen zu lernen. Um vergleichende

Zahlen für verschiedene Explosivkörper zu erhalten, kann der Brisanzmesser am Abel-Franzl dienen. Derselbe besteht aus einem massiven Bleicylinder mit einer Bohrung zur Aufnahme des Sprengkörpers. Je nachdem bei der Explosion diese Bohrung weiter oder weniger weit aufgetrieben wird, ist der untersuchte Sprengstoff mehr oder weniger brisant. Es wurde mit diesem Apparat ein Versuch ausgeführt. Ferner zeigte der Vortragende durch Experimente die verschieden grosse Leichtigkeit, mit der Explosivkörper durch Stoss, Schlag, Berührung mit der Flamme u. s. w. zur Explosion gebracht werden können und besprach besonders eine Reihe von Sprengstoffen, die aus gereinigten Theerkohlenwasserstoffen dargestellt werden. Es wurden von diesen Sprengmitteln Proben gezeigt und Experimente damit ausgeführt.

8) Schmelzversuche im elektrischen Lichtbogen. Die Temperaturen, welche im elektrischen Lichtbogen herrschen, sind die höchsten, welche uns zugänglich sind. Der französische Chemiker Moissan hat in einem geeigneten Apparat, der aus dem schwerschmelzbarsten Körper, reinem Kalk, bestand, Substanzen einer Temperatur von etwa 3000 Grad aussetzen und die bei solchen Temperaturen stattfindenden Reactionen studiren können. Von zwei anderen Franzosen, Ducretet und Lejeune, ist im letzten Jahre ein Apparat beschrieben worden, der es erlaubt, mit geringeren Stromstärken kleine Substanzproben der im elektrischen Lichtbogen herrschenden Temperatur auszusetzen. Ein ähnlicher Apparat ist nach den Angaben des Vortragenden von der technischen Abtheilung der Gold- und Silber-Scheideanstalt angefertigt worden und wurden damit die verschiedenartigsten Schmelzversuche ausgeführt. Im Zeitraum von einer Minute wurden eine Anzahl schmiedeeiserner Nägel geschmolzen und durch Zugeben von Nickel in einer weiteren Minute eine Eisennickellegirung dargestellt. Ferner wurden Platin, Kieselsäure und Chromoxyd geschmolzen und gezeigt, wie bei diesen Temperaturen fast alle Oxyde der Reduction durch Kohle zugänglich sind. Zum Beweis dafür wurde Molybdänsäure mit Kohle erhitzt und daraus ein geschmolzener Metallregulus erhalten. Zum Schlusse erwähnte der Vortragende noch den von Schützenberger entdeckten Carborund, eine Verbindung von Kohlenstoff und Silicium, die sich durch grosse Härte und Beständigkeit gegenüber chemischen Agentien auszeichnet.

9) Ueber die Gewinnung von Paraffin aus dem bituminösen Schiefer von Messel bei Darmstadt. An der Hand einer dem Vereine geschenkten Sammlung von Rohmaterialien, Zwischenprodukten und Fabrikaten der Gewerkschaft Messel erläuterte der Vortragende die Gewinnungsweise des Paraffins und der Mineralöle. Das Braunkohlenlager der Gewerkschaft Messel, welches östlich von Darmstadt an der Eisenbahnlinie Darmstadt-Aschaffenburg gelegen ist, besteht aus einem ziemlich nassen, aschereichen bituminösen Schiefer

und ist als Brennmaterial ohne weiteres nicht verwendbar. Die Kohle wird daher auf Paraffin und Mineralöle verarbeitet. Zu diesem Behufe wird sie zuerst nach einem der Gewerkschaft patentirten Verfahren getrocknet, sodann bei schwacher Rothgluth in grossen eisernen, stehenden Cylindern einem Schweelprozess unterworfen; hierbei bildet sich das sogenannte Rohöl und Schweelwasser. Das Rohöl zeigt wegen seines starken Paraffingehaltes schmalzartige Consistenz; aus dem Schweelwasser wird neuerdings Ammoniak und Brenzcatechin gewonnen. Das Rohöl wird der Destillation unter vermindertem Druck unterworfen, wobei die in einem bestimmten Temperaturinterwall übergehenden Theile für sich aufgefangen werden und die einzelnen Ligroin-Brennöl-Paraffin-Fraktionen liefern. Diese Theile werden, um sie von ihrem Gehalte an Basen, Säuren, sowie um sie von ihren Schwefelverbindungen zu befreien, mit concentrirter Schwefelsäure und sodann mit Natronlauge geschüttelt und mit Wasser gewaschen. Der Antheil, welcher das Paraffin enthält, wird durch Kältemaschinen stark abgekühlt, wobei das Paraffin sich in fester Form ausscheidet; diese Paraffinschuppen werden abgepresst, mit Ligroin umgeschmolzen und durch Pressen wieder von dem Ligroin befreit; auf diese Weise lassen sich die flüssigen Antheile und Farbstoffe entfernen. Schliesslich wird das Paraffin noch mit Kohle entfärbt und in die bekannte Tafelform gebracht. Es werden in dieser Weise in Messel jetzt täglich 40 Waggons Kohle verarbeitet. Bei dem Schweelprozess fällt so viel Gas ab, dass dasselbe zur Kraftlieferung bei der Förderung, sowie zur Beleuchtung der Fabrikanlage vollkommen hinreicht. Die Destillation der Oele geschieht mit Abfalltheer, der unter der Feuerung zerstäubt wird. Zum Schlusse dankte der Vortragende Herrn Direktor Dr. Spiegel für die instruktive Sammlung, die er dem Vereine geschenkt hat.

III. Von Herrn Dr. J. Epstein.

1) Das Projekt der elektrischen Centrale der Stadt Frankfurt a. M. Auf einem Plane der Stadt vertraten zwei Akkumulatoren an der Gutleutstrasse die Stelle der Centralstation. Es wurde zunächst eine Doppelleitung durch die Stadt gezogen und es zeigte sich, dass eingeschaltete Lämpchen um so dunkler brannten, je weiter sie von der Centrale entfernt waren. Freilich liesse sich dies theoretisch durch entsprechende Wahl der Kabelquerschnitte innerhalb der Grenzen der Wahrnehmbarkeit einschränken, aber man käme dann auf einen technisch ausgeschlossenen Kupferbedarf. Hierauf wurden in verschiedenen Stadttheilen Speisepunkte geschaffen und durch besondere Speiseleitungen von der Centrale mit Strom versorgt. Durch

Regulirwiderstände wurde es ermöglicht, dass alle einzelnen Netze gleich hell brannten. Am gleichen Modell wurde der Einfluss der Ausgleichleitungen erläutert, indem deren Einfügung vorher mit ungleicher Spannung versorgte Lampen des Netzes gleich hell brennen liess. — Weiter führte der Vortragende das Modell eines Transformators vor, der primär unter 60 Volt gespeist wurde und secundär eine Lampe erleuchten liess. Um die Bedeutung des Speisens unter hoher Spannung hervortreten zu lassen, wurden zwei gleiche Transformatoren benutzt. Der eine befand sich an der „Verbrauchsstelle", die elektrische Energie floss ihm als schwacher Strom unter hoher Spannung zu und die von ihm gespeiste Lampe brannte hell; der andere befand sich an der Erzeugungsstelle, so dass der starke Lampenstrom durch die langen Zuführungen geleitet werden musste, die zugehörige Lampe brannte dunkel. Auch hierbei trat wieder der Einfluss von Ausgleichsleitungen zu Tage. Das für Frankfurt projectirte Netz versorgt durch Speisekabel und zugehörige Speisepunkte, die durch ein Primärnetz mit einander verbunden sind, eine Reihe von Transformatoren, für deren Secundärstromkreise wieder eine Verbindung zu einem Secundärnetz vorgesehen ist.

2) Die Elektrolyse. Wie Wärme entweder durch Leitung oder durch Convection übertragen werden kann, ist auch eine Ueberführung von Elektricität durch den Leiter hindurch oder durch Bewegung von Materie, an die sie gebunden ist, möglich. Die Elektrolyse beruht auf dem Transport elektrisch geladener Theilchen. Die physikalische Chemie kennt eine Reihe gesetzmässiger Beziehungen zwischen verschiedenen messbaren Grössen, wie osmotischer Druck, Gefrierpunktserniedrigung, Leitungsvermögen und dem Molekelgehalt einer Lösung. Sucht man diesen aus der chemischen Zusammensetzung einer Verbindung zu berechnen, so erhält man vielfach kleinere Werthe als unter Benutzung der erwähnten Beziehungen. Man nimmt darum an, dass die betreffenden Verbindungen in der Lösung nicht als solche, sondern ganz oder theilweise dissociirt enthalten sind. Ist nun eine Verbindung in Lösung in zwei Radikale dissociirt und besitzen diese verschiedenartige elektrische Ladungen, so werden sich die entgegengesetzt geladenen Radikale, wenn in die Lösung zwei mit einer Elektricitätsquelle verbundene Elektroden tauchen, nach diesen hinbewegen und ihre Ladung abgeben. So findet ein Elektricitätstransport durch die Flüssigkeit hindurch statt, welcher der Zahl der an den Elektroden frei werdenden Molekeln proportional ist, da diese stets die gleiche Elektricitätsmenge abgeben. Solche mit elektrischer Ladung begabten Molekeln einer dissociirten Lösung heissen Jonen. Der Vorgang der Elektrolyse wurde durch Verschiebung zweier verschiedenfarbiger Glasplatten veranschaulicht. Sich deckend und die Mischfarben zeigend sollten sie etwa eine Kupfervitriollösung darstellen. Werden sie in verschiedener Richtung verschoben, so wurden an den Enden

aequivalente Stücke jeder Farbe frei und zwar gleichgültig, ob die Verschiebung für beide mit gleicher oder verschiedener Geschwindigkeit erfolgte. Im Anschluss daran wurde der Arbeiten von Hittorf und von Kohlrausch über die Ueberführungszahlen und Wanderungsgeschwindigkeiten gedacht.

3) Bestimmung der Arbeitsleistung eines Elektromotors. Der Vortragende wies auf die Unzuträglichkeiten hin, die sich aus der Verschiebung im Sinne des Ausdruckes „Kraft" für den Nichtfachmann ergeben. Wir scheiden heute zwischen Kraft und Arbeit. Letztere ist das in der Natur in begrenztem Maasse, unvermehrbar und unverminderbar vorhandene Element, dessen Erhaltung für die Physik die gleiche Rolle spielt, wie die Erhaltung der Materie für die Chemie, während die Kraft im heutigen Sinne in beliebigem Maasse gesteigert werden kann. An der Hebung eines Gewichtes wurde der Begriff der mechanischen Arbeit gewonnen und derjenige der mechanischen Leistung oder des Effektes als das Verhältniss von Arbeit zu der dafür erforderlichen Zeit abgeleitet, indem ein Motor je nach den Arbeitsbedingungen das gleiche Gewicht in längerer oder kürzerer Zeit um eine gewisse Höhe hob. Bei der Bestimmung der Leistung von Motoren mittelst des Bremsbandes bestimmt man, ein wie grosser Reibungswiderstand längs des Umfangs der Bremsscheibe überwunden wird und berechnet mittelst der bekannten Umfangsgeschwindigkeit die Leistung. Als Einheit dient die Pferdestärke, d. h. diejenige Leistung, die in jeder Sekunde eine Arbeit von 75 Meterkilogramm hervorbringt. Die Handhabung der Bremse wurde an einem Elektromotor veranschaulicht, dessen Leistung sich zu $^3/_4$ Pferdestärken bestimmte.

4) Die Wirkungsweise der Gleichstrommotoren. Zwischen den Polen eines kräftigen Elektromagneten war ein Kupferdraht ausbalancirt aufgehängt. Wurde durch ihn ein elektrischer Strom geschickt, so wurde er aus dem Felde herausgeschleudert. Die Kraft, mit welcher dies geschah, konnte durch angehängte Gewichte gemessen werden, und es zeigte sich, dass sie der Stromstärke proportional war und mit der Stärke der Erregung des Elektromagneten stieg. Wurde jedoch der Draht zwangsläufig im magnetischen Felde bewegt, so entstand in ihm eine elektromotorische Kraft, wie ein Galvanometer erkennen liess. Diese elektromotorische Kraft hängt ihrem Betrage nach von der Stärke des Feldes und der Geschwindigkeit der Bewegung ab. In gleicher Weise entsteht eine elektromotorische Kraft in dem sich drehenden Anker des Elektromotors und zwar entgegengesetzt gerichtet als die des treibenden Stromes. Hieraus folgt, dass die Umdrehungszahl des Ankers stets dadurch begrenzt ist, dass die bei der betreffenden Erregung entstehende gegenelektromotorische Kraft kleiner als die treibende Klemmenspannung bleibt. Eine Verstärkung des Magnetismus muss darum eine Verringerung der Tourenzahl zur Folge

haben. Diese Verhältnisse, sowie die Proportionalität zwischen Tourenzahl und Klemmenspannung wurden durch Versuche erläutert.

5) Ueber Transformatorenbetrieb. Der Vortrag behandelte die Rückwirkung des Sekundärnetzes auf das Primärnetz. Zum Nachweis waren in Sekundär- und Primärkreis eines Transformators Messinstrumente eingeschaltet, die die Stromverhältnisse bei verschiedener Belastung verfolgen liessen.

6) Die Prüfungsergebnisse an den Dampfkesseln, Dampfmaschinen und Gasmotoren auf der elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M. (nach dem officiellen Prüfungsbericht). Die Kesselprüfungen wurden in eingehender Weise von Herrn Director Gyssling durchgeführt. Nach Besprechung der verschiedenen Kesselconstructionen schilderte der Vortragende Gang und Ziel der Versuche. Dieselben haben das praktisch überaus wichtige Resultat ergeben, dass die Oekonomie des Betriebes bei den untersuchten Kesseln um so geringer war, je höher der Luftüberschuss. Die Messung dieses Ueberschusses an verschiedenen Stellen des Kessels ergab den hohen Einfluss der Undichtigkeit des Mauerwerkes. Die Dampfmaschinen wurden unter Leitung der Herren Professoren Schröter und Brauer indicirt und auf ihre Leerlaufarbeit untersucht. Der Vortragende führte das Modell eines Indicators im Betriebe vor und erläuterte die Abnahme und Berechnung der Diagramme. Hierauf wurden die erhaltenen Resultate besprochen und auf die principiell unökonomische Arbeitsweise der Dampfmaschinen unter Zugrundelegung der an einer Locomobile erhaltenen Werthe hingewiesen. Schliesslich wurde noch die Bremsung der Gasmotoren unter Leitung von Herrn Professor Slaby erwähnt und die dabei gefundenen Werthe mitgetheilt.

7) Die Messungen an der Lauffener Anlage (nach dem officiellen Prüfungsbericht). Ein historischer Rückblick auf die Einwendungen und Befürchtungen, die s. Z. der Plan erfahren, vergegenwärtigte die Kühnheit des Unternehmens. Die Prüfungscommission bestimmte die Leistung der Turbine in ihrer Abhängigkeit von den Betriebsverhältnissen und war durch gleichzeitige Bestimmung derselben in Lauffen und des erhaltenen elektrischen Effektes in Frankfurt in der Lage, den Wirkungsgrad der ganzen elektrischen Arbeitsübertragung zu ermitteln. Der Vortragende besprach nach Schilderung der Arbeitsweise der Anlage die bei den Messungen angewandten Methoden und die für die einzelnen Theile erhaltenen Ergebnisse. Die betreffenden Untersuchungen wurden von Herrn Professor Weber bearbeitet.

8) Ueber Wechselstrom-Messungen. Während für Messung der Stärke von Gleichstrom jede beliebige Stromwirkung benutzt werden kann, fallen für Wechselstrom diejenigen weg, deren Grad der Stromstärke proportional ist. Die Beeinflussung von Elektrometer, Elektrodynamometer, Hitzdrahtmessinstrument ist proportional dem Quadrat der zu messenden Grösse. Die Angaben dieser Instrumente sind also

bei Wechselstrom die Wurzel aus dem mittleren Stromstärkequadrat. Instrumente, welche weiches Eisen enthalten, reagiren nicht genau quadratisch zur momentanen Stromstärke wegen Form der Magnetisirungskurve und Hysteresis; sie müssen daher für Wechselstrom je nach Wechselzahl besonders geaicht werden. Die Effektmessung beruht auf gleichzeitiger Messung von Spannung mit zugehöriger Stromstärke. Sie geschieht für Wechselstrom durch das Wattmeter, während die Multiplication der Angaben des Voltmeters mit denen des Ampèremeters, wie abgeleitet wurde, nur dann richtige Werthe ergibt, wenn keine Phasenverschiebung vorhanden ist.

9) Ueber Kabelverlegung. An Hand von Kabelproben, Anschluss- und Verbindungsmuffen, welche das Städtische Elektrizitätswerk zur Verfügung gestellt hatte, wurde die Construktion des Frankfurter Kabelnetzes und die beim Bau massgebenden Gesichtspunkte besprochen.

IV. Vorträge von anderen Herren.

Herr Professor Dr. Looser aus Essen:

Versuche aus dem Gebiete der Wärmelehre unter Anwendung eines neuen, von ihm construirten Apparates, eines Doppelthermoskops.

In der Einleitung verbreitete sich der Vortragende über die Einrichtung desselben. Das charakteristische ist die Luftkapsel; während dieselbe sonst in die zu untersuchenden Stoffe getaucht wird, werden diese bei dem neuen Apparate in die Kapsel selbst eingeführt, wodurch die gesammte entwickelte Wärme zur Wirkung auf ein Alkoholmanometer kommt. Die Kapsel kann noch durch grössere oder kleinere Halbkugeln und eine doppeltheilige Kapsel ersetzt werden. Die mit dem Looser'schen Apparate ausgeführten Versuche weichen in ihrer Anordnung in den meisten Fällen von den bisher üblichen ab; einige darunter waren ganz neu. Dadurch, dass die Flüssigkeitssäulen der beiden Manometerröhren dicht bei einander liegen, konnten selbst unscheinbare Temperaturdifferenzen deutlich wahrgenommen werden. Wurden zwei gleich schwere, auf 100° erwärmte Metallstücke aus Kupfer und Blei in die zum Theil mit Wasser gefüllten Kapseln getaucht, so gab Kupfer den dreifachen Ausschlag wie Blei, woraus sofort die dreimal grössere specifische Wärme erkannt wird. Ebenso kann durch Eintauchen gleicher Metalle in verschiedene Flüssigkeiten deren specifische Wärme zur Anschauung gebracht werden. Die Thatsache, dass bei der Ausdehnung eines Gases Wärme verbraucht, beim Zusammendrücken solche erzeugt wird, zeigte sich durch Ausschläge

von circa 150 mm. Durch Einführung von Ammoniak und Salpetersäure wurde die bei den chemischen Verbindungen erzeugte Wärme nachgewiesen, ebenso vermittelst der Doppelkapsel die bei der Verbindung von Kohlensäure und Ammoniakgas entstehende Wärme (40 mm). Wurde einerseits eine Prise Salz in Wasser gelöst, so zeigte sich die Abkühlung, andererseits ergab sich die bei Wiederaufnahme des Krystallwassers erzeugte Wärme durch Eintauchen eines vorher ausgeglühten Salzes. Der Verbrauch von Wärme bei der Verdunstung lässt sich dadurch nachweisen, dass man auf die Halbkugeln mit der Flüssigkeit getränkte Stücke Fliesspapier legt. Die Abkühlung bei der Eisbildung durch verdampfenden Aether war deutlich zu verfolgen. Der Vortragende liess den Aether durch eingeführtes Leuchtgas verdampfen und entzündete das Gemisch von Leuchtgas und Aether; nach Beendigung des Versuches hatte sich um den in die Kapsel eingesetzten Cylinder eine Eisschicht gebildet. Wurde Leuchtgas durch vorher ausgeglühte Holzkohle geleitet, so zeigte dieselbe beträchtliche, durch Verdichtung des Gases erzeugte Wärme. Zwei vorher über Schwefelsäure getrocknete Kleiderstoffe (Wolle, Baumwolle) zeigten durch blosse Condensation des im Auditorium vorhandenen Wasserdampfes ein Steigen der Temperatur. Die Fortpflanzung der Wärme durch Strahlung ergab sich durch eine Kerzenflamme, welche einer berussten Halbkugel auf circa 30 cm. genähert war; eine dazwischen gesetzte Glasscheibe fing einen Theil der Wärmestrahlen ab, doch kam das letztere Ergebniss durch das Strahlen der Lampen des Auditoriums nicht mit genügender Deutlichkeit zum Ausdruck. Um die Verschiedenheit in der Wärmeleitungsfähigkeit der Metalle zu zeigen, liess der Vortragende Metallstäbe aus Kupfer und Eisen, die am einen Ende durch einen Bunsenbrenner erwärmt wurden, in die mit Wasser gefüllten Kapseln tauchen, wodurch sich Kupfer als der weitaus bessere Leiter ergab. Um den grossen Einfluss der specifischen Wärme bei der Leitungsfähigkeit der Metalle deutlich nachzuweisen (Tyndalls Versuch mit dem Wismuthwürfel), legte Redner 2 cm. dicke Metallplatten aus Kupfer und Blei auf matt geschliffene Halbkugeln und setzte hierauf mit heissem Wasser gefüllte Zinkgefässe; dann gab Kupfer trotz der acht- bis neunmal grösseren Leitungsfähigkeit weit geringeren Ausschlag, als Blei; auf gleiche Weise lässt sich der Unterschied in der Wärmeleitungsfähigkeit zweier Hölzer, parallel und senkrecht zu den Fasern nachweisen. Zum Schluss führte der Vortragende den entsprechenden Versuch mit zwei Krystallplatten aus und wies nach, dass dieselben in der Richtung parallel zur Achse besser leiten, als senkrecht zu derselben (Sonarmont). Zum Schluss bemerkte der Vortragende, dass er nur einen kleinen Theil der mit dem Doppelthermoskop ausführbaren (70) Versuche vorgeführt habe, dass namentlich auch auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre, beispielsweise zum Nachweis der in Drähten und Flüssigkeiten erzeugten

Wärmemengen und deren Unterschiede, das Thermoskop grosse Dienste leiste. Ebenso eignet sich dasselbe zum Nachweis des osmotischen Druckes; eine einseitig geschlossene Parzelle wurde an den Apparat angeschlossen, beim Ueberstülpen eines mit Leuchtgas gefüllten Becherglases zeigte die Flüssigkeitssäule prompte Ausschläge. Es wurde auf diese Weise das Prinzip der Signalapparate für schlagende Wetter deutlich gemacht.

Herr Dr. Otto Volger:

Ueber Licht und Farben vom physikalisch-mathematischen und vom physiologisch-beobachtenden Standpunkte betrachtet.

Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungs-Anstalt.

Das Elektrotechnische Comité bestand im Vereinsjahr 1893/94 aus den Herren: Ingenieur E. Hartmann, Vorsitzender, Dr. J. Epstein, Dr. Oscar May, Dr. Heinrich Rössler und Theodor Trier.

Die Anstalt wurde von Herrn Dr. J. Epstein geleitet, dem Herr W. S. Schulze, beziehungsweise Herr C. Holm als Assistent zur Seite stand.

a. Lehranstalt.

Der Unterricht in den einzelnen Fächern wurde in folgender Weise ertheilt:

Allgemeine Elektrotechnik: Herr Dr. J. Epstein (Leiter der Elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungs-Anstalt).

Dynamokunde: Derselbe.

Beleuchtungstechnik: Herr Dr. Oscar May (berathender Ingenieur für elektrische Licht- und Kraftanlagen).

Elemente und Akkumulatoren: Herr Ingenieur H. Massenbach (Direktor der Akkumulatorenwerke System Pollak).

Instrumentenkunde: Herr Ingenieur E. Hartmann (in Firma Hartmann & Braun).

Motorenkunde: Herr G. Bender (Maschinen-Ingenieur des städtischen Tiefbauamtes).

Telegraphie und Telephonie: Herr Oberpostdirektionssekretär Schmidt.

Physik: Der Assistent an der Elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt.

Mathematik: Derselbe.

Zeichnen: Herr Saalborn (Lehrer an der städtischen gewerblichen Fortbildungsschule).

Die praktischen Uebungen wurden von Herrn Dr. J. Epstein in Gemeinschaft mit dem Assistenten abgehalten.

Der Grundsatz der Anstalt, als Schüler nur Leute aufzunehmen, deren mehrjährige praktische Thätigkeit sie in den Stand setzt, die auf der Anstalt zu erwerbenden Kenntnisse als Praktiker zu verwerthen, ist auch im vergangenen Jahre mit Erfolg vertreten worden. Das gute Vorwärtskommen, welches frühere Schüler in der Industrie gefunden, die stete Nachfrage um Nachweis von ehemaligen Schülern als geeignete Kräfte seitens Firmen und Behörden, die zahlreichen Anfragen um Aufnahme aus dem In- und Ausland bestärken die Anstalt in ihrem Grundsatz: ein wenn auch der Zahl nach geringes, der Qualität nach leistungsfähiges Schülermaterial auszubilden.

Im Wintersemester 1893/94 besuchten die Anstalt als Schüler die Herren:

Franz Berndorfer aus Landshut, geb. 1867,
Adolf Domino aus Tübingen, geb. 1869,
Albert Fischer aus Soden, geb. 1872,
Louis Müller aus Essen, geb. 1867,
Johann Reinarz aus Düsseldorf, geb. 1870,
Willy Schilling aus Poesneck, geb. 1874,
Friedrich Schneider aus Bergen, geb. 1870,
Paul Schönherr aus Eibenstock, geb. 1870,
Fritz Seeböck aus Wien, geb. 1869.

Als Praktikanten nahmen am Unterricht Theil und arbeiteten im Laboratorium die Herren: Ingenieur Schiele aus Frankfurt a. M. und Ingenieur Max Wolf aus Frankfurt a. M.

Im Sommersemester 1894 besuchten die Anstalt als Schüler die Herren: H. Bretz aus Frankfurt a. M., geb. 1870,
Cornelius Canté aus Amsterdam, geb. 1870,
Fritz Dürr aus Elberfeld, geb. 1874,
Rudolf Ebermeyer aus Nürnberg, geb. 1871,
Hermann Fausel aus Nürtingen, geb. 1868,
A. Fischer aus Soden, geb. 1872,
Rudolf Puggard-Hartmann aus Kopenhagen, geb. 1871,
Robert Merkel aus Nürnberg, geb. 1874,
Carl Molfenter aus Ulm, geb. 1871,
Friedrich Rau aus Singen, geb. 1875,
Max Seidler aus Weissenfels, geb. 1873,
Konrad Singer aus Nürnberg, geb. 1869,
Bernhard Spindler aus Marburg, geb. 1871,
Wilhelm Stockmeyer aus Lemgo, geb. 1867.

Als Praktikanten nahmen am Unterricht und an den praktischen Uebungen Theil die Herren:

L. Abicht aus Zeitz,
Ernst Forssel aus Ostersund (Schweden),
Ernst Haase aus Görbersdorf,

Kjeldsen aus Kopenhagen,
Dr. L. Liebmann aus Frankfurt a. M.,
Lt. Hugo Sommer aus Stolp.

Einzelnen Unterrichtsfächern wohnte Herr Julius Mayer als Hospitant bei.

Den von Herrn Dr. W. A. Nippoldt abgehaltenen, 8 tägigen Sonderkursus über Anlage und Prüfung von Blitzableitern besuchten als Gewerbtreibende und Beamte von Firmen die Herren:

Ferdinand Baumgärtner, im Auftrag der Firma Friedrich Müller, Ludwigshafen,
Anton Baur, Flaschner, Sigmaringen.
Emil Baur, Flaschner, Sigmaringen,
Franz Berndorfer, Elektrotechniker, Landshut,
Berzáczy, Optiker, Klagenfurt,
Albert Drehmann, Arolsen,
Hauff, Spengler, Bockenheim,
Jakob Hess, Fabrikant, Frankfurt a. M.,
Wilhelm Hornbach, Dachdeckermeister, Landau,
Carl Köhler, Schlosser, Darmstadt,
Carl Koniecki, Klempnermeister, Wiesbaden,
G. Leppien, Klempnermeister, Erxleben bei Magdeburg,
Wilhelm Löffelhardt, Telegraphenbauer, Hamburg.
H. Messing, Telegraphenbauer, Offenbach,
Jakob Nohl, Schlossermeister, Darmstadt,
W. Pein, Schieferdeckermeister, Neusalz a. O.
Hermann Peter, Klempnermeister, Königsee in Thür.,
Valentin Rembs, Schlossermeister, Höhr (Nassau),
R. Sievers, Beamter d. Firma Felten & Guillaume, Mülheim a. Rh.
H. Sippel, Schlossermeister, Merseburg,
Albert Thomas, Arolsen,
Carl Walther, Schlossermeister, Dürkheim.

Ausserdem nahm im Auftrag der Kgl. Regierung zu Speyer Herr Dr. Schumacher aus Neustadt a. d. H. am Cursus Theil.

Im Interesse des Erfolges des Unterrichtes wurden die Theilnehmer auf zwei Gruppen vertheilt.

Auf Excursionen wurden im Wintersemester 1893/94 besucht:

Maschinenanlage im städtischen Schlachthaus,
Maschinenfabrik von J. S. Fries Sohn,
Elektrische Anlage im Palmengarten,
Material-Lager der kais. Oberpostdirektion,
Centrale Bockenheim,
Maschinenfabrik von Gebr. Weismüller (Elektromotorenbetrieb),
Metallwaarenfabrik von G. Knoth (Elektromotorenbetrieb),
Elektrische Maschinenanlage im Bürgerverein.

Im Sommersemester 1894:
Telegraphenleitung Flörsheim-Wicker (im Bau),
Telegraphenleitung Homburg (im Bau),
Städtisches Schlachthaus (Kesselanlage),
Städt. Schlachthaus (Dampfmaschinen-Anlage, Indizirversuch
Kabelverlegung des städtischen Elektrizitätswerkes,
Städtisches Elektrizitätswerk (im Bau),
Blockstation „Taunus",
Blockstation „Salzhaus",
Elektrische Maschinenanlage im Bürgerverein,
Elektrische Maschinen- und Lichtanlage im Palmengarten.

Im Anschluss an den Blitzableitercursus wurden besucht die Blitzableiteranlagen Opernhaus, Börse und Zoologischer Garten.

Den Besitzern und Verwaltern der betreffenden Anlagen sei auch an dieser Stelle für ihr Entgegenkommen gedankt, durch welches eine Reihe so interessanter und lehrreicher Excursionen ermöglicht wurde.

An Geschenken seitens der Industrie und von Freunden erhielt die Anstalt im Berichtsjahre:

Zusammenstellung von Blitzableitermaterial von den Herren Dietrichs & Löffelhardt, Hamburg.
Ampèremeter und Einzeltheile von der European Weston Cie., Newark.
Beschädigtes Kabel, Axenbruch von der Königl. Eisenbahndirection Frankfurt a. M.
Installationsmaterial von Herrn Emil Blust, Frankfurt a. M.
Ausschalter, Sicherungen von den Herren Voigt & Haeffner, Bockenheim.
Elektromotor von Herren Stadtrath Horkheimer und Joseph Baer, Frankfurt a. M.
Elektromotor von Herren Schuckert & Co., Frankfurt a. M.
Installationsmaterial von Herren Gebr. Adt, Ensheim.
Beschädigte Blitzableiterspitze von Herrn Zander, Frankfurt a. M.
Geräthe für chemische Arbeiten von Herrn Dr. W. Epstein, Hüningen.
Ein Deprez-Galvanometer von Herrn Theod. Trier, Frankfurt a. M.
Eine Collection von Installationsmaterialien, Schaltapparaten, Widerständen u. dgl. von der Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.
Apparat zur Demonstration der trigonometrischen Functionen von Herrn André, Offenbach.
Modell eines Kesselverschlusses von Herren Simonis & Lanz, Frankfurt a. M.

Allen Gebern dankt der Verein für die Unterstützung seiner Bestrebungen. Die Anstalt legt grosses Gewicht darauf, ihren Schülern ein möglichst vollständiges Bild vor Augen zu führen und ist darum für Ueberweisung von Apparaten und charakteristischen Einzeltheilen seitens der Fabrikanten besonders dankbar. Einer

besonderen Werth legt sie aber auch der Vervollständigung ihrer Fehlersammlung bei. Nach beiden Richtungen hin bittet sie um weitere Unterstützung.

b. Untersuchungsanstalt.

Die im Berichtsjahr im Auftrag ausgeführten Untersuchungen bezogen sich auf: Prüfung von Leitungsmaterialien, Abnahmeversuche an Dynamomaschinen, Elektromotoren, Akkumulatoren, Schalttafeln, Aichungen von Messinstrumenten, Controlle von Widerständen, Darstellung von Carborund, Aufsuchen von Kabelfehlern, Dauerversuche an Glühlampen.

Erfreulicher Weise wurde die Anstalt auch mehrfach von Behörden herangezogen. So übertrug die Königliche Eisenbahndirektion Frankfurt a. M. der Anstalt eine Reihe von Untersuchungen, der Magistrat Frankfurt a. M. erhielt auf Grund von in seinem Auftrag unternommenen Reisen einen Bericht über Organisation des elektrischen Messwesens, ferner beauftragte die Stadtgemeinde Pforzheim die Anstalt mit den Abnahmeversuchen für die neuerbaute Centrale.

Von Anschaffungen werden hervorgehoben:

Accumulatorenbatterie, System Pollak (die Beschaffung wurde durch Entgegenkommen der Firma wesentlich erleichtert).
Zwei Fernrohrstative.
Compensationsapparat.
Geräthschaften für elektrochemische Arbeiten.
Hitzdrahtampèremeter.

In der Werkstatt wurden u. A. gebaut:

Shunt für Spiegelgalvanometer.
Mehrere Transformatorenmodelle.
Ballistisches Galvanometer.

Ausserdem wurde durch den Institutsmechaniker aus den negativen Platten der seit 5 Jahren in Betrieb befindlichen beiden Akkumulatorenbatterien unter Umformation der Hälfte der Platten eine neue Batterie aufgebaut, welche inzwischen die normale Kapazität erlangt hat und seit einem Jahr anstandslos arbeitet.

Von besonderen Veranstaltungen sei erwähnt, dass der Verein seinem Docenten Herrn Dr. J. Epstein für Abhaltung von Volksvorlesungen in der Stadthalle den Apparat der elektrotechnischen Abtheilung zur Verfügung stellte und so beitrug, naturwissenschaftlich-technische Interessen in weite Kreise hineinzutragen. Ferner beauftragte der Minister der öffentlichen Arbeiten Herrn Dr. J. Epstein mit Abhaltung eines elektrotechnischen Cursus für die höheren technischen Beamten der Königl. Eisenbahndirektion, wofür der Verein Hörsaal und Apparate überliess.

An dem vom physikalischen Verein abgehaltenen Ferienkursus für Lehrer höherer Unterrichtsanstalten betheiligte sich die Abtheilung durch eine Vorlesungsreihe über Dynamomaschinen, praktische Uebungen, für die sich Herr Marxen, früher Assistent der Anstalt, in liebenswürdiger Weise zur Unterstützung zu Verfügung stellte, und Excursionen.

Von höchster Bedeutung für die Anstalt ist die Bewilligung einer Erweiterung ihrer Räume. Der Lehranstalt wird vor allen Dingen durch Vergrösserung des Maschinenraumes und durch den neuen Akkumulatorenraum Gelegenheit geboten, ihren Schülern eine mustergiltige Anlage vorzuführen. Die Untersuchungsanstalt gewinnt einen langen Photometerraum, ein Zimmer für Wechselstromarbeiten, ein allgemeines Arbeitszimmer und einen Raum für elektrochemische Arbeiten. Hierdurch wird dann auch die Einstellung eines weiteren Assistenten ermöglicht. Der gesammten Betriebsführung werden die Erweiterungen zu statten kommen und ist zu hoffen, dass insbesondere auch die Untersuchungsanstalt dadurch eine um so günstigere Entwicklung nehmen wird.

Chemisches Laboratorium.

Das chemische Laboratorium stand unter der Leitung des Docenten Herrn Dr. R. de Neufville. Als Assistent fungirte Herr Güngerich. Die Frequenz war eine wechselnde; während dauernd nur einzelne Herren arbeiteten, waren die Arbeitsplätze zur Zeit der Universitätsferien fast vollständig vergeben. Mehrere Herren, die schon früher hier gearbeitet hatten, benutzten wiederholt die Zeit der Hochschulferien dazu, um einzelne Kapitel der praktischen Chemie, wie Massanalyse, Darstellung organischer Präparate, Verbrennungen u. s. w. durchzuarbeiten. Ferner benutzten drei Lehrer hiesiger Lehranstalten an einzelnen Nachmittagen die Gelegenheit, sich mit den grundlegenden Thatsachen der chemischen Analyse praktisch bekannt zu machen.

Im Allgemeinen wurden meistens analytische und zwar qualitative und quantitative Arbeiten ausgeführt; weiterhin wurden organische Präparate dargestellt und drei Herren führten selbstständige wissenschaftliche Untersuchungen aus.

Die Arbeitsplätze waren belegt

im Wintersemester	im Sommersemester
von den Herren:	
Bodé	Dr. Bode
Dörr	Bodé
B. Goldschmidt	Gerngross
F. Goldschmidt	F. Goldschmidt
Grahor	Dr. C. Goldschmidt
Gutzkow	Dr. Heddäus
Dr. Heddäus	Jäger
Holthof	Keller
Lorey	Krügener
Prigge	Levi
Dr. Puff	Löb
Dr. Reinhardt	Mandelbaum
J. Strauss	G. de Ridder
A. Wertheimer	Ristenpart
	Sachs
	Sondheimer
	Weise.

Physikalisches Cabinet und Laboratorium.

Die Leitung der physikalischen Abtheilung lag, wie im vergangenen Jahre, in den Händen des Herrn Professor Dr. W. König. Für die wachsende Beanspruchung auch dieser Abtheilung des Vereins erwiesen sich die bisherigen Bedienungsverhältnisse als unzureichend. Es wurde daher im Laufe des Winters der Mechaniker Herr G. Schaub vorläufig zur zeitweiligen Hülfeleistung bei den Arbeiten der physikalischen Abtheilung und bei der Vorbereitung der Vorlesungen verpflichtet. Die Ergänzung der Apparaten-Sammlung wurde nach Massgabe der abzuhaltenden Vorlesungen weitergeführt, wie aus den unter „Anschaffungen" gemachten Mittheilungen zu ersehen ist.

Als Practicanten waren in der Abtheilung thätig:

Herr Wertheimer während des ganzen Winter- und des halben Sommersemesters,
Herr Goldschmidt während des halben Sommersemesters,
Herr Werner während der Osterferien,
Herr Hess, Herr Gerngross, Herr Fleischmann während der letzten Hälfte des Sommersemesters,
Herr Klinkert seit Juli.

Die beiden letztgenannten Herren waren mit selbstständigen Untersuchungen beschäftigt.

Ferien-Cursus für akademisch gebildete Lehrer höherer Schulen.

Auf Anregung der Herren Docenten wurde vom Vorstand für Ostern 1894 die Abhaltung eines Ferien-Cursus für Lehrer höherer Schulen beschlossen, wie solche seit mehreren Jahren von den Universitäten Berlin, Göttingen und Jena veranstaltet worden sind.

Der von den Herren Docenten und Herrn Dr. P. Bode aufgestellte Lehrplan wurde durch das K. Provinzialschulcollegium dem K. Unterrichtsministerium unterbreitet und um die Genehmigung des Cursus gebeten, die seitens des Herrn Ministers bereitwilligst ertheilt wurde. Die Leitung des Cursus wurde vom K. Provinzialschulkollegium Herrn Oberlehrer Dr. Bode übertragen.

Der Cursus fand in der Zeit von Mittwoch, den 28. März bis Samstag, den 7. April im Institut des Physikalischen Vereins statt mit folgendem Lehrplan:

I. Vorlesungen.

1) Neuere physikalische Demonstrationen, Herr Professor Dr. W. König, Docent am Physikalischen Verein:
   a) Polarisation mit objektiven Darstellungen.
   b) Elektrische Wellen, Hertzsche Versuche.
   c) Besprechung und Vorführung einfacher Demonstrations-Apparate.

2) Die Entwicklungsgeschichte der Newtonschen Physik, Herr Dr. F. Rosenberger, Professor an der Musterschule:
   Newtons erste optische Arbeiten bis zu seiner grössten Annäherung an die Undulationstheorie;
   Newtons mathematische Theorie der Himmelsbewegungen, Gravitation als kosmische Kraft;
   Die „Optik“ von 1704;
   Die Attraction als allgemeine Eigenschaft der Materie;
   Die Schicksale der Attraktionstheorie bis zu ihrer allgemeinen Anerkennung.

Ueber den Verlauf des Cursus ist von Herrn Oberlehrer Dr. Rittinghaus in Lennep in der Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, Bd. XXV Heft 4, ein ausführliches Referat erschienen; desgleichen berichtete Herr Oberlehrer Dr. Kadesch in Wiesbaden auf der dritten Versammlung des Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften zu Wiesbaden über denselben. Beide Herren sprechen sich über den Erfolg des Cursus durchaus lobend aus. In dem gedruckten Berichte über die oben erwähnte Versammlung (Stettin, Herrke & Lebeling) findet sich pag. 88—109 ein eingehendes Referat über die gehaltenen Vorlesungen.

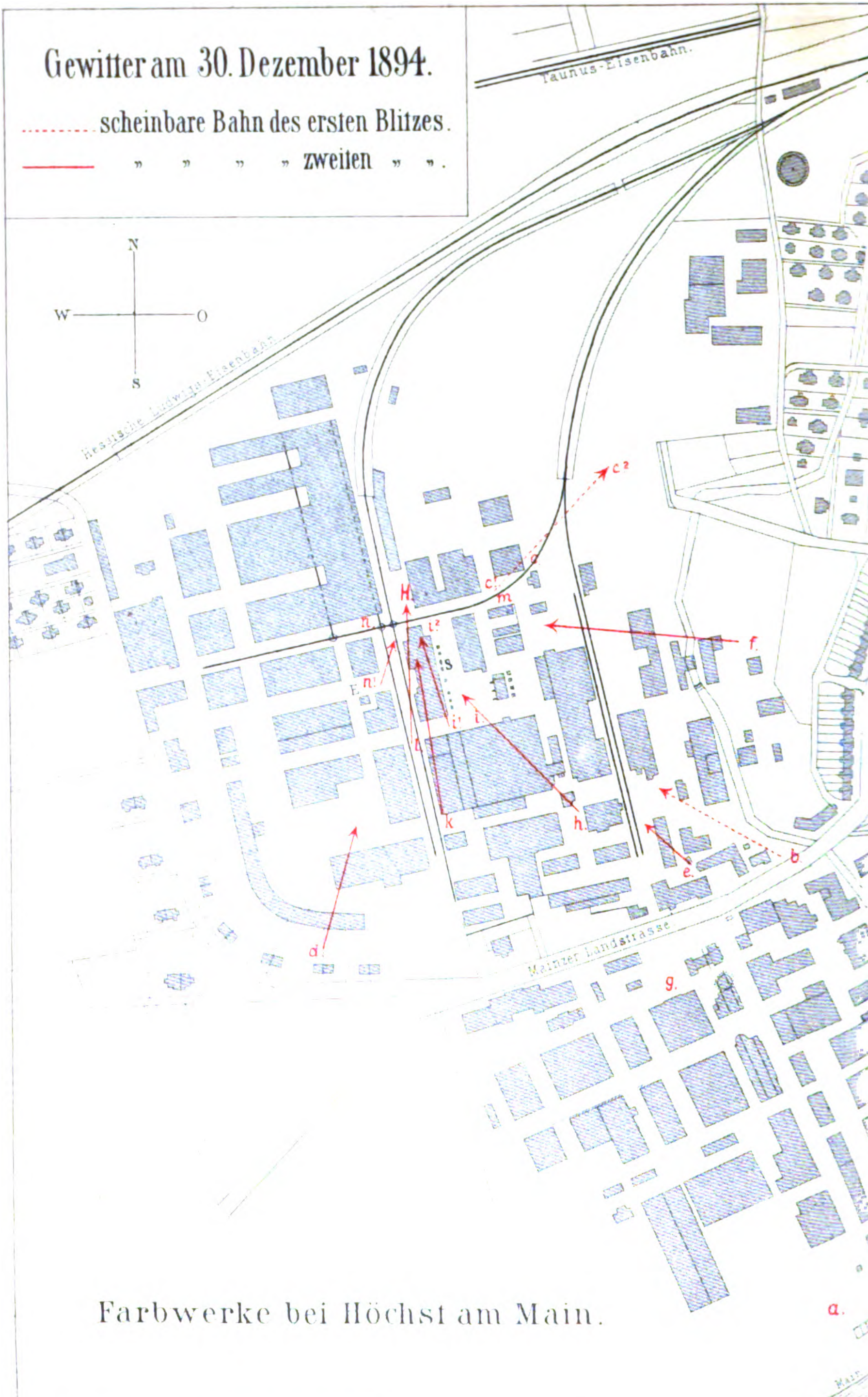
Nach dem günstigen Verlauf des Cursus hatte der Vorstand gehofft, dass seitens des Unterrichts-Ministeriums ihm ein Beitrag zu den Unkosten desselben bewilligt würde. Eine dahingehende Eingabe wurde trotz angelegentlichster Befürwortung seitens des K. Provinzial-Schulkollegiums in Kassel vom Herrn Minister jedoch abschlägig beschieden. Sind so dem Verein durch den Cursus nicht unbedeutende Kosten erwachsen, so hat sich derselbe jedoch durch denselben viele neue Freunde erworben und auch nach auswärts seinen altbewährten Ruf verstärkt.

Besuch des Instituts durch die Theilnehmer an der dritten Versammlung des Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften zu Wiesbaden.

Die Theilnehmer der am 15. und 16. Mai in Wiesbaden abgehaltenen Versammlung besuchten am 17. Mai die hiesigen naturwissenschaftlichen Institute.

Im grossen Hörsaal des Physikalischen Vereins wurden dieselben durch den Vorstand des Vereins und den Vorsitzenden der mathematischen Section des Freien deutschen Hochstifts begrüsst. Hierauf hielt Herr Professor König einen Experimentalvortrag über Hertz'sche Versuche. Nach dem Vortrage erfolgte die Besichtigung der physikalischen Sammlung, des chemischen Laboratoriums, der Maschinenräume, sowie der elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt. Im Maschinenraume wurden durch Herrn Dr. Epstein die Thomson'schen Versuche vorgeführt und in der Lehranstalt Mittheilungen über den Unterrichtsbetrieb gemacht. Unter den Besuchern befand sich auch der Geheime Regierungs- und Schulrath Dr. Lahmeyer aus Kassel, der von den Einrichtungen des Vereins eingehend Kenntniss nahm und sich sehr anerkennend über dieselben aussprach.

Gewitter am 30. Dezember 1894.



Farbwerke bei Höchst am Main.

Mittheilungen.

Gewitter am 30. December 1894.

Von

Dr. Julius Ziegler und Professor Dr. Walter König.

Mit einer lithographirten Tafel.

Wintergewitter sind an den atlantischen Küsten des nordwestlichen Europas keine unbekannte Erscheinung; stellenweise sind sie dort sogar häufiger als die Sommergewitter. Dagegen gehören sie im Binnenlande ausgesprochenermassen zu den Seltenheiten. Seit dem Jahre 1857 bis jetzt, also in 38 Jahren, sind in Frankfurt von den Beobachtern der meteorologischen Station des Physikalischen Vereins elektrische Entladungen im December nur 5 mal, in den Wintermonaten December, Januar, Februar zusammen nur 15 mal notirt worden. Schon aus diesem Grunde dürfte das Gewitter, das sich in der Nacht vom 29. zum 30. December des vergangenen Jahres über Höchst am Main entlud, der Beachtung werth sein.*) Es zeichnete sich aber ausserdem durch ungewöhnliche Entladungsformen aus, die von einer grösseren Anzahl von Angestellten der Höchster Farbwerke, darunter mehreren wissenschaftlich gebildeten Männern, deutlich wahrgenommen worden waren und lebhaftes Interesse erregt hatten. Dieser Umstand liess eine genaue Feststellung des Thatbestandes und eine darauf sich stützende ausführliche Beschreibung des Verlaufs des merkwürdigen Vorganges wünschenswerth erscheinen. Die Möglichkeit dazu wurde uns vor allem durch die freundliche Bereitwilligkeit der Herren Dr. Eugen Lucius und Dr. von Brüning gewährt, die uns die Erlaubniss zur örtlichen Besichtigung der in Betracht kommenden Theile der Höchster Farbwerke ertheilten; dieselbe fand am 19. Januar 1895 statt. Die eingehendsten Aufschlüsse aber

*) Nach einer Herrn Director Simon Schiele von einem Angestellten der „Frankfurter Gasfabrik“ gemachten Mittheilung soll im verflossenen Winter und zwar am 17. Januar 1895, Nachts um $12^{1}/_{2}$ Uhr, hier noch ein Gewitter stattgefunden haben. Der betreffende Beamte gab an, von der genannten Fabrik aus 2 Blitze gesehen und 3 Donner vernommen zu haben, auch sei starker Sturm und wildes Schneegestöber gewesen; nähere Angaben fehlen jedoch.

verdanken wir den Bemühungen des Herrn Max Epting in Höchst. Die übrigen Herren, die uns durch Mittheilungen unterstützten, werden wir weiterhin namhaft zu machen Gelegenheit finden.

Zunächst möge die allgemeine Wetterlage zur Zeit des Ereignisses beschrieben werden (vgl. diesen Jahresbericht S. 76—77, sowie die Tafel und die Tabellen). Am Morgen des 29. December überdeckte ein ungeheurer Luftwirbel ganz Nord- und Mitteleuropa bis zum Nordfusse der Alpen. Er war schon durch den jähen Barometersturz, den seine Entwicklung herbeiführte, als eine ausserordentliche Erscheinung gekennzeichnet. Das Barometer, das bei uns am 25. December den höchsten Stand des ganzen Jahres, 768,8 mm. (auf 0° reducirt) erreicht hatte, stand am Morgen des 29. nur noch auf 740,8 und fiel bis zum Mittag des folgenden Tages auf 731,8, den tiefsten Stand des ganzen Jahres. Diese Depression hatte zwei Centren, in denen der auf Meereshöhe reducirte Luftdruck weniger als 720 betrug. Das eine Centrum lag über dem mittleren Norwegen und bewahrte diese Lage während der nächsten Tage. Das zweite Centrum lag am Morgen des 29. zwischen den Shetlands-Inseln und den Far-Oer und bewegte sich, wie es für solche Doppelbildungen characteristisch ist, dem Sinne des Uhrzeigers entgegen, mit ziemlicher Geschwindigkeit um das erste Centrum herum. Es lag am Mittag des 29. über dem südlichen Norwegen, am Abend über dem Skager Rak, am Morgen des 30. über dem südlichen Schweden. Vom Nachmittage des 28. December an entwickelten sich auf der Südseite dieser Depression ausserordentlich steile Gradienten und am 29. bildete die ganze Südhälfte des cyclonalen Gebietes ein einziges grosses Sturmfeld, das sich halbkreisförmig von den britischen Inseln über Mitteleuropa bis nach Finnland ausdehnte.

Während sich der Schwerpunkt des Depressionsgebietes durch die beschriebene Wanderung des zweiten Centrums an und für sich schon nach Süden verschob, bewirkte die gleichzeitige Entwicklung eines Theilminimums am Südrande der Depression eine Ausdehnung des Depressionsgebietes auf Südeuropa. Wellenförmige Ausbuchtungen der Isobaren 755 und 760 lassen schon auf der Wetterkarte vom Morgen des 29. December die Tendenz zur Ausbildung eines Theilminimums erkennen. Am Abend des 29. hatten beide Isobaren bereits die Alpen überschritten und bildeten zwischen den über Südwest- und über Südost-Europa lagernden Hochdruckgebieten eine sackförmige Depression, die ganz Italien umfasste. Zugleich lassen auch die über Süd- und Mitteldeutschland verlaufenden Isobaren 750 und 745 wellenartige Ausbuchtungen erkennen. Die Morgenkarte des 30. December zeigte im Wesentlichen dasselbe Bild, nur hatte sich der niedrige Luftdruck allseitig noch weiter ausgedehnt, unter gleichzeitiger Abnahme der Gradienten. In unseren Frankfurter Luftdruckbeobachtungen zeigt sich der Einfluss dieser Randdepressionen darin, dass nach dem ersten tiefen Sturze vom 28. zum 29. das Barometer vom

29. Mittags bis zum 30. Morgens ziemlich constant blieb (735,5, 734,5, 734,2) und erst dann noch einmal ein stärkerer Rückgang erfolgte. Noch deutlicher kommt die wellenartige Natur dieser Luftdruckschwankungen in den Beobachtungen zu Mainz zum Ausdruck, die wir einer freundlichen Mittheilung des Herrn Premierlieutenant W. v. Reichenau verdanken. Hier zeigen die Terminbeobachtungen um 8^{h}a, 2^{h}p, 8^{h}p (Ortszeit) am 29. und 30. December folgende Werthe: 739,7, 734,5, 735,4, 733,4, 730,0, 732,5; sie lassen also für den Abend des 29. sogar einen geringen Anstieg des Luftdruckes erkennen. Im Gegensatz zu diesen Beobachtungen in Mitteldeutschland zeigte das registrirende Barometer der Seewarte in Hamburg, abgesehen von einigen durch Böen hervorgerufene Zacken der Curve eine stetige Abnahme des Luftdrucks bis zu dem tiefsten Stande, der in Hamburg bereits um Mitternacht vom 29. zum 30. December eintrat. Mit den über Mitteldeutschland dahinziehenden wellenartigen Luftdruckschwankungen dürfte die Schnee- und Gewitterböe, die sich Nachts um 2^{h} über Höchst entlud, in Zusammenhang gestanden haben.

Eine Wetterlage wie die geschilderte ist typisch für das Auftreten von Wintergewittern. Die Gewitter an den Küsten des nordwestlichen Europas entstehen hauptsächlich bei stürmischer Witterung, wenn der Wind auf der Rückseite der Cyclonen von W nach NW herumspringt. Aber auch die seltneren Wintergewitter des Binnenlandes sind in der Regel Wirbelgewitter. Ein hervorragendes Beispiel derartiger Gewittererscheinungen sind die zahlreichen und ausgedehnten Gewitter, die am 11. December 1891 in Nord- und Mitteldeutschland beobachtet wurden. Sie sind von Herrn Dr. M. von Rohr zum Gegenstand einer eingehenden Studie gemacht worden, die vor kurzem in den „Veröffentlichungen des Kgl. Preussischen Meteorologischen Instituts" unter den „Ergebnissen der Gewitterbeobachtungen im Jahre 1891" (Berlin 1895, bei A. Ascher & Co.) mitgetheilt worden ist. Diese Arbeit bietet uns für unseren Gegenstand in mehr als einer Hinsicht interessante Vergleichspunkte. Erstens gehört der Fall vom 11. December 1891 zu den wenigen Wintergewittern, die in unserer Gegend vorgekommen, im speciellen auch von unserem Frankfurter Beobachter wahrgenommen worden sind (vergleiche den Jahresbericht 1890/91). Zweitens aber weist die allgemeine Wetterlage am 11. December 1891 in Bezug auf die Luftdruckvertheilung, die Windrichtungen und die Windstärken die allergrösste Aehnlichkeit mit der oben geschilderten Wetterlage am 29. December 1894 auf. Nur waren Temperatur und absolute Feuchtigkeit der Luft am 11. December 1891 wesentlich höher als am 29. December 1894. An dem letzteren Datum waren die Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse nahezu normale, an dem ersteren dagegen entschieden ungewöhnlich hohe — am 10. December 1891 wurde Abends um 10 Uhr an der hiesigen meteorologischen

Station 11°,5 C. und eine absolute Feuchtigkeit von 7,1 mm gegen 3,6 mm Durchschnittswerth des Decembers beobachtet. Diesem Umstande ist es wohl im Wesentlichen zuzuschreiben, dass der grosse Luftwirbel vom 11. December 1891 eine so intensive Gewitterthätigkeit über dem deutschen Binnenlande hervorgerufen hat. In diesem Punkte, in Bezug auf die räumliche und zeitliche Ausdehnung der elektrischen Vorgänge, stehen allerdings die Erscheinungen vom 29. December 1894 hinter denjenigen vom 11. December 1891 weit zurück. Immerhin aber ist es von Interesse, feststellen zu können, dass auch der grosse Luftwirbel vom December 1894 nicht bloss an einem, sondern an einer ganzen Reihe von Punkten von Gewittererscheinungen begleitet gewesen ist.

So meldet der Bericht der Deutschen Seewarte für den 29. December von Keitum auf Sylt: Abends Wetterleuchten, von Helgoland: Nachmittags Gewitter, Abends Wetterleuchten, von Wilhelmshaven: Abends Gewitter mit Regen, Hagel und Schnee, endlich von Münster in Westfalen Abends Wetterleuchten. Das Preussische meteorologische Institut zu Berlin hat, wie uns Herr Professor Hellmann gütigst mittheilte, zwei Gewittermeldungen aus diesen Tagen erhalten, die eine von Herrn Dr. med. W. Kobelt aus Schwanheim über das hier in Rede stehende Höchster Gewitter, über welches uns derselbe bereits selbst ausführlichere Mittheilungen gemacht hatte, eine andere aus Gerresheim bei Düsseldorf, wonach der dortige Beobachter, Herr Hauptlehrer Czech, am 30. December Mittags zwischen 12 und 12½ Uhr ein Ferngewitter im Süden nach südöstlicher Richtung hat vorüberziehen sehen. Ferner theilte uns Herr Czech selbst mit, dass er auch am 29. December Nachmittags von 1¾ bis 2 Uhr von Gerresheim aus ein Ferngewitter wahrgenommen. Endlich berichtet die Kölnische Zeitung in ihrer Morgenausgabe vom 31. December, dass in der Nacht vom 29. zum 30. sich um Mitternacht plötzlich ein Gewitter von kurzer Dauer über der Stadt Köln entladen habe; zwei Blitze mit jedesmal sofort darauf folgenden heftigen Donnerschlägen wurden wahrgenommen. Unser Höchster Gewitter folgte in einem zeitlichen Abstande von 2 Stunden auf das Kölner Gewitter. Man könnte die Frage aufwerfen, ob beide Gewitter demselben Wetter angehört haben, das von Köln in südöstlicher Richtung etwa 145 Kilometer weiter nach dem Mainthale gezogen wäre. Diese Möglichkeit erscheint nicht ganz ausgeschlossen. Die Geschwindigkeit, mit der sich bei dieser Annahme das Wetter fortbewegt haben müsste, wäre keine unwahrscheinliche; sie würde etwa 73 Kilometer in der Stunde betragen haben, während bei den Gewittern am 11. December 1891 die Geschwindigkeiten zwischen 32 und 98 Kilometer schwankten. Von den weiter unten mitgetheilten Angaben über das Höchster Gewitter würde eine, diejenige des Arbeiters Stroh aus

Niederjosbach, auf die Möglichkeit hindeuten, dass dieses Wetter über den westlichen Taunus herüber ins Mainthal gezogen ist. Auch das Gewitter, das am 11. December 1891 Morgens in Frankfurt beobachtet wurde, scheint nach den Untersuchungen von Rohr's auf diesem Wege von Koblenz her nach dem Mainthal gewandert zu sein. Dass andererseits in unserem Falle aus dem Gebiete zwischen Köln und Frankfurt a. M. keine Nachrichten über Gewittererscheinungen vorliegen, würde schliesslich auch noch nicht unbedingt gegen die Möglichkeit eines Zusammenhanges sprechen, insofern als von Rohr in seiner Arbeit dargethan hat, dass ein streckenweises Aussetzen der elektrischen Thätigkeit auf dem Zuge eines derartigen Wetters stattfinden kann. Immerhin aber bleibt man bei dem spärlichen Material, das sich über unsern Fall hat auftreiben lassen, in dieser Frage auf Vermuthungen angewiesen, und kann mit Sicherheit nur aussagen, dass in den Schneestürmen, die in diesen Tagen mit den Theildepressionen über Deutschland hinwegzogen, elektrische Entladungen jedenfalls nur an vereinzelten Stellen aufgetreten sind.

Auch aus unserm Regenbeobachtungs-Netze ist uns Sturm und Schneefall (von Mainz auch Graupelfall) von den meisten Stationen gemeldet worden, Gewitter dagegen nur von einigen aus der unmittelbaren Umgebung von Höchst. Auf eine specielle Umfrage hin sind uns weitere Mittheilungen zugegangen von den Herren Geh.-Regierungsrath Professor Dr. J. Rein in Bonn, Lehrer A. Becker in Ockenheim bei Bingen, Herrn W. Rasch in Oestrich, Premierlieutenant W. v. Reichenau in Mainz, Landwirth J. Ziegler in Monsheim bei Worms, Conservator A. Römer in Wiesbaden, Dr. E. Ihne in Friedberg, Techniker Schoener in Gelnhausen, Ingenieur K. Ohl und Materialverwalter W. Günther in Hanau, wonach an allen diesen Orten von Gewittererscheinungen nichts wahrgenommen worden ist. Dagegen soll das Gewitter, wie Herr Conservator Römer uns benachrichtigt, in Erbenheim und Delkenheim (18 und 14 Kilometer westlich von Höchst) „gehört worden sein.“ Arbeiter Stroh der Höchster Farbwerke hat es von Niederjosbach im Taunus aus wahrgenommen (16 Kilometer nordwestlich von Höchst); er gibt an, es sei von der Richtung des Kellerkopfes hergekommen und in der Richtung des Taunus weitergezogen. Herr Lehrer K. Presber hat in Soden am Taunus (6 Kilometer nordnordwestlich von Höchst) um $2^1/_4$ Uhr Nachts zweimal Blitz und Donner genau beobachtet. An der Mainkanal-Schleuse zwischen Kostheim und Bischofsheim (18 Kilometer südwestlich von Höchst) notirte Herr Schleusen- und Wehrmeister Gottschalk: Nachts Wetterleuchten. Am Nadelwehr zwischen Raunheim und Flörsheim (3 Kilometer südwestlich von Höchst) beobachtete, nach einer freundlichen Mittheilung des Herrn Lehrer L. Buxbaum in Raunheim, der Wächter das Gewitter um 2 Uhr morgens; es schien ihm als ein

starkes Gewitter von W her am Taunus entlang nach E zu ziehen und sich am stärksten über Höchst und Soden zu entladen. Herr Schleusen- und Wehrmeister Bauer von der Kanalschleuse zwischen Okriftel und Kelsterbach (5 Kilometer südsüdwestlich von Höchst) notirte: SW-Sturm während der Nacht und Gewitter um 2 Uhr Nachts. In Schwanheim (3 Kilometer südöstlich von Höchst) hat Herr Dr. Kobelt das Gewitter mit zweimaligem Blitz und unmittelbar darauf folgendem, nicht ungewöhnlich starkem Donner genau beobachtet. Endlich ist es nach Herrn Direktor Dr. B. Lepsius zu Griesheim am Main (4 Kilometer südöstlich von Höchst) sowie von Frankfurt aus (10 Kilometer östlich von Höchst) von Herrn Ingenieur E. Hartmann, der sowohl Blitz wie Donner wahrnahm, und, nach Mittheilung des Herrn Buxbaum, von Bahnwärtern am Hauptbahnhofe daselbst (etwa 8 Kilometer östlich) bemerkt worden. Aus dem durch diese Beobachtungen umgrenzten Gebiete liegen, abgesehen von den ausführlichen Beobachtungen in Höchst, noch Mittheilungen aus Unterliederbach (2 Kilometer nordnordwestlich von Höchst) von Herrn Fabrikanten Graubner vor. Dass von einigen unserer Stationen dieses Gebietes keine Wahrnehmung des Gewitters gemeldet wurde, erklärt sich naturgemäss aus der nächtlichen Stunde und der kurzen Dauer des Ereignisses. Von Höchst selbst aus gesehen schien das Wetter nach der Angabe des Fabrikwächters Müller von Hofheim am Taunus, also aus fast westlicher Richtung herzukommen. Fasst man diese Angaben zusammen und zieht man die Ausdehnung des Wahrnehmungsgebietes in Erwägung, so kann man nur sagen, dass das Wetter in west-östlicher Richtung mainaufwärts nach Höchst gezogen ist. Der weitere Verlauf des Wetters nach Osten hin über Höchst hinaus liess sich nach dem Erlöschen der elektrischen Entladungen wegen der Dunkelheit und des bedeckten Himmels nicht verfolgen.

Nach diesen allgemeineren Feststellungen erübrigt es nunmehr die Vorgänge in den Höchster Farbwerken selbst nach den ausführlichen Berichten der dortigen Beobachter darzustellen. Nach Angabe des Fabrikwächters Müller ist das Wetter bei kurz zuvor heiterem, (angeblich sternklarem) Himmel in Form einer roth beleuchteten (also wahrscheinlich sehr tief hängenden) Wolke auf Höchst zugekommen und hat mit einem heftigen Eisnadelsturm begonnen. Kurz darauf sei der erste Blitz erfolgt. — Aus Unterliederbach wird von drei Blitzen berichtet; dagegen haben alle Beobachter in Höchst, sowie die Herren in Soden und Schwanheim nur zwei Blitze wahrgenommen.

Die Zeitangaben über den ersten Blitz schwanken zwischen 2 Uhr und 2 Uhr 20 Minuten M. E. Z. (eine Angabe $2^3/_4$ dürfte wohl auf Irrthum beruhen). Die übereinstimmende Angabe „2 Uhr 15 Minuten" der Herren Epting in Höchst, Dr. Kobelt in Schwanheim und Presber in Soden dürfte wohl das Richtige treffen. Dieser Blitz ist von zwei Fabrikwächtern und einem Arbeiter beobachtet worden.

Wächter Nink sah ihn von seinem Standpunkte unfern des Mainufers d. h. vom Punkt a des beigegebenen Planes aus in grösserer Entfernung über die Fabrik hinweg; er sei horizontal ungefähr von WSW nach ONO nach Frankfurt zu verlaufen und habe ein kugelartiges Aussehen gehabt. Wächter Müller hat ihn von b an der Mainzer Landstrasse aus in der Richtung des Pfeiles als gewöhnlichen Blitz von oben herunterfahren sehen; Arbeiter Winter stand an der Nordostecke des Fabrikterrains bei c und sah den Blitz mit mässiger Geschwindigkeit von hinten her in der Richtung c^1—c^2 über sich fortgehen und vor sich an den Eisenbahngeleisen zu Boden fahren; er gibt an, der Blitz sei an seinem untern Ende bei der Annäherung an die Erde kugelförmig aufgetrieben gewesen und dann in Strahlen zerplatzt. Irgend welche Spur des Blitzes im frischen Schnee oder im Erdboden ist nicht gefunden worden, ebenso wenig irgend welche Beschädigungen an Gebäuden, Geleisen oder dergleichen. Auch die elektrische Bogenlampe mit ihrem 25 m. hohen hölzernen Träger, die zwischen c und den Geleisen steht, ist ganz unversehrt geblieben. Gleichwohl muss der Blitz in geringer Entfernung über die Gebäude der Fabrik hinweggegangen sein. Denn er hat nicht durch directen Einschlag, sondern offenbar durch Inductionswirkung, sogenannte Seitenentladung, die elektrischen Feuermeldeapparate in dem nordöstlichen Theile der Fabrik in Thätigkeit versetzt. Ob die in der Telephon-Verbindung zwischen dem nahen Unterliederbach und Höchst bei diesem Gewitter eingetretene Störung zu derselben Zeit stattfand oder erst bei der folgenden Entladung, ist nicht zu entscheiden. Die Bahn des ersten Blitzes wird also etwa in südwest-nordöstlicher Richtung mit schwacher Neigung nach unten über die nordöstlichsten Gebäude der Farbwerke hinweg nach den Geleisen zu verlaufen sein, vielleicht so, dass der Wächter in a sie mehr von der Seite, derjenige in b sie mehr von vorn gesehen hat. Diese Entladung war von einem scharfen explosionsartigen Knall begleitet, der so heftig war, dass man in der Fabrik glaubte, das Aetherbassin sei in die Luft geflogen. Wenn der Knall in grösserer Entfernung (in Schwanheim von Herrn Dr. Kobelt) nicht mehr als ein ungewöhnlich heftiger, wie von einem Einschlag herrührender wahrgenommen wurde, so dürfte dies vielleicht durch eine abschwächende Wirkung des dichten Schneegestöbers zu erklären sein.

Dem Feuerlärm, den dieser erste Blitz veranlasste, und der dadurch bewirkten Alarmirung des Fabrikpersonals ist es zu verdanken, dass der zweite Blitz von vielen Personen und von vielen verschiedenen Punkten aus wahrgenommen worden ist. Er erfolgte nach den Angaben der meisten Beobachter etwa 6 bis 7 Minuten nach dem ersten Blitze. Für eine solche Zeitdifferenz spricht auch der Umstand, dass Wächter Nink den zweiten Blitz von g aus beobachtete, Wächter Müller von f aus, also der eine in der Zwischenzeit von a bis g, der andere von b bis f gegangen war. In Betreff des Ortes, an dem diese zweite

Entladung stattfand, befinden sich die verschiedenen Angaben in guter Uebereinstimmung, hinsichtlich der Richtung der Bahn und der Form der Entladung weichen sie dagegen erheblich von einander ab. In dem Plane beziehen sich die ausgezogenen Pfeile auf den zweiten Blitz und bedeuten wieder wie bei dem ersten Blitze, die Richtungen, in denen die Beobachter von ihren verschiedenen Standpunkten aus den zweiten Blitz wahrgenommen haben. Man sieht, dass sich alle diese Richtungen ungefähr an der Nordwest-Ecke des Sulfat-Gebäudes S, in der Gegend der Kreuzung der Eisenbahngeleise, schneiden. Hier, inmitten der Fabrikgebäude, in nächster Nähe des 80 m. hohen Hauptschornsteins E ist diese Entladung aufgetreten. Die entfernteren Beobachter, Herr Epting in d, Herr Dr. Pauli in e, Wächter Müller in f sahen sie als gewöhnlichen, von oben nach unten verlaufenden Blitz; ebenso sah Wächter Nink von g aus den Blitz zickzackförmig, gibt aber an, er sei horizontal von links nach rechts verlaufen mit Verästelungen am Ende. Die näheren Beobachter haben meist nur kürzere Theile der Bahn des Blitzes gesehen, indem die Gebäude den übrigen Verlauf verdeckten. So sah Herr Dr. Hoermann von h aus in der Richtung des Pfeiles über den Dächern der Fabrikgebäude eine von unten nach oben gehende Lichterscheinung, mit gleichzeitiger Detonation; er hatte nicht den Eindruck eines Blitzes, sondern einer Kessel-Explosion. Die gleiche Angabe machte Herr Dr. Hofmann, der in der Nähe stand. Vorarbeiter Buch sah von seinem Standpunkte bei i aus einen förmlichen Funkenregen, sternschnuppenartig in der Richtung i^1—i^2 über das Dach des Sulfatgebäudes S mit mässiger Geschwindigkeit dahinziehen; die Erscheinung war für ihn im Augenblicke der Detonation bereits hinter der Nordhälfte des Sulfatgebäudes verschwunden. Ganz ähnliche Wahrnehmungen wie die Vorgenannten hat Herr Dr. Hess gemacht. Er stand bei k in der grossen Fabrikstrasse und sah den Blitz hinter sich und über sich hinweg kommen und in der Richtung des Pfeiles wie eine riesige Rakete schräg emporsteigen; auch er gibt an, der Blitz sei kein gewöhnlicher gewesen, sondern habe aus einzelnen kleineren Kugeln bestanden. Oberaufseher Taufkirch befand sich ebenfalls in der grossen Strasse, etwas nördlicher bei l und hat den Blitz ebenfalls am Ende dieser Strasse wahrgenommen, gibt aber an, er sei in senkrechter Richtung hinter den letzten Häusern langsam als feurige Kugel emporgestiegen und in 15 bis 20 Meter Höhe zerplatzt. Diesen Angaben, die von einem Emporsteigen der Lichterscheinung sprechen, stehen schliesslich zwei andere Beobachtungen gegenüber, die den Blitz als absteigend schildern. Arbeiter Winter, der den ersten Blitz von c aus wahrgenommen hatte, sah den zweiten von m aus nach Westen zu mitten in der Strasse, etwa in der Gegend der Geleisekreuzung zu Boden fahren; er sei seitlich von links oben herabgekommen und sei am unteren Ende wesentlich dicker gewesen,

als er bei H zur Detonation kam; der Beobachter meint, er habe ausgesehen wie Wasser, das ausgeschüttet wird, mit nachlaufenden Tropfen. Die Arbeiter Kämmler und Schmidt endlich waren dicht bei der Geleisekreuzung in dem nordwestlich von ihr gelegenen Gebäude beschäftigt und sahen den Blitz von n aus; auch sie sahen ihn von oben herab, etwa in der Richtung von n^1 nach H verlaufen. Der eine von ihnen, Kämmler, gibt noch an, der Blitz sei, als er sich dem Boden näherte, kugelförmig gewesen und in der Nähe der Geleisekreuzung zerplatzt.

Dies das vorliegende Beobachtungsmaterial. Es möge zur Ergänzung noch hinzugefügt werden, dass auch dieser zweite Blitz keinerlei Beschädigung an den Gebäuden verursachte, auch keinerlei Spuren auf dem Erdboden hinterliess. Der Knall, der ihn begleitete, war nicht so heftig, wie beim ersten Blitze. Der Schneesturm hatte schon unmittelbar nach der ersten Entladung nachgelassen. Dass die Bahn des zweiten Blitzes, wenigstens stellenweise, in sehr geringer Entfernung über die Dächer der Fabrikgebäude entlang gegangen ist, darf aus den Angaben der Beobachter mit Sicherheit geschlossen werden; Vorarbeiter Buch sah ihn von i aus vor dem grossen Fabrikschornstein E und unterhalb der nach dessen Spitze gerichteten Sehlinie vorbeiziehen. Wenn die Blitzbahn an dieser Stelle gerade über der grossen Fabrikstrasse lag, so kann ihre Entfernung vom Erdboden nicht unter 30 und nicht über 50 Meter betragen haben. Hinsichtlich der Form des Blitzes dürfte wohl als feststehend anzunehmen sein, dass er den entfernteren Beobachtern als gewöhnlicher Blitzstrahl, den nahestehenden dagegen von ungewöhnlicher Gestalt, als Kugel oder Reihe von Kugeln erschienen ist. Ob sich diese letzteren Wahrnehmungen auf das untere Ende der Hauptbahn, oder auf eine Verzweigung oder vielleicht nur auf eine Nebenentladung beziehen, das bleibt unentschieden, ebenso die Frage, ob die widersprechenden Angaben von der aufwärts und von der abwärts gerichteten Bahn der Feuerkugel auf die Wahrnehmung verschiedener gleichzeitiger Lichterscheinungen oder verschiedener Theile derselben Erscheinung zurückzuführen sind, oder auf Irrthümer in der Beurtheilung der überraschenden und blendenden Eindrücke. Dafür, wie leicht solche Irrthümer entstehen können, möge Folgendes als Beispiel angeführt werden. Es wurde von einigen Arbeitern der Höchster Farbwerke noch über einen dritten Blitz berichtet, der bald nach dem zweiten unterhalb einer elektrischen Bogenlampe in Form zweier roth leuchtenden Kugeln mit herabfallenden glühenden Theilen aufgetreten sei; diese Wahrnehmung aber fand ihre einfache Erklärung in dem Eintritt eines Kurzschlusses der vom Sturm aneinandergeschlagenen Leitungsdrähte und der dabei eingetretenen Erleuchtung des fallenden Schnees.

Alles in allem stehen wir nicht an, die beiden beschriebenen

Blitze, ganz besonders den zweiten, zu den sogenannten Kugelblitzen zu zählen, oder vielleicht noch zutreffender zu jener Uebergangsform zwischen Strahl- und Kugelblitzen, die man als Rosenkranzblitze bezeichnet hat. Von dieser Blitzform sagt Herr Professor Fr. Sauter, der im letzten Heft der Meteorologischen Zeitschrift (Bd. 12, 1895, S. 241—261) eine ausführliche Abhandlung über Kugelblitze veröffentlicht hat, Folgendes (S. 250): „Bei diesen Erscheinungen zeigt sich entweder der ganze Lichtstrahl in eine Reihe glänzender Funken oder kleiner Kugeln aufgelöst oder ein Zickzackblitz zerfasert am Ende in sprühende Funken.“ Ueber einen Blitz dieser Art, den Planté am 18. August 1876 in Paris beobachtete, dürften vielleicht folgende Bemerkungen für die Beurtheilung des vorliegenden Falles noch von Interesse sein. Planté sagt von jenem Blitze: „Es ist wahrscheinlich, dass er gleichzeitig an verschiedenen Stellen entstand und dass er in der Nähe des Bodens in mehrere Körner getheilt wurde; denn man hat nur einen einzigen Blitz die Erde in dieser Richtung erreichen sehen.“

Auch die Wintergewitter vom 11. December 1891, die wir schon mehrfach zum Vergleich herangezogen haben, müssen wir an dieser Stelle noch einmal erwähnen; Herr Dr. v. Rohr theilt mit, dass unter den Blitzschlägen jenes Tages nicht weniger als vier verschiedene Kugelblitze beobachtet worden sind. Eine möglichst vollständige Liste dieser immerhin selten beobachteten Erscheinungen hat Herr Professor Sauter zusammengestellt. Sie umfasst 213 Fälle und ist im Programm des Ulmer Realgymnasiums für 1895 veröffentlicht worden. Die vorstehende Mittheilung dürfte zu dieser interessanten Sammlung einen weiteren, verwendbaren Beitrag liefern. Uebrigens möchten wir bei dieser Gelegenheit nicht versäumen, noch einen anderen merkwürdigen Blitzschlag, denjenigen vom 14. October 1860, in Erinnerung zu bringen, über welchen Professor Dr. J. J. Oppel im Jahresberichte des Physikalischen Vereins für 1866/67, S. 79—84 unter Beifügung einer Abbildung der Erscheinung ausführlich und gewissenhaft Bericht erstattet hat.

Meteorologische Arbeiten.

Das meteorologische Comité bestand im Jahre 1893/94 aus den Herren: Oberlehrer Dr. P. Bode, Prof. Dr. W. König, Dr. W. A. Nippoldt, Dr. Th. Petersen, Baron A. v. Reinach, Sanitätsrath Dr. A. Spiess, Stadtgärtner A. Weber, Professor Dr. E. Weber und Dr. J. Ziegler (Vorsitzender).

Nach Durchführung der grösseren Veränderungen im Jahre 1893 haben solche bei den meteorologischen Arbeiten 1894 nicht mehr stattgefunden.

Die Beobachtungen an der hiesigen meteorologischen Station wurden, wie bisher, von Herrn G. Perlenfein, diejenigen an den Regen-Stationen und die der Grund- und Mainwasserstände von den seitherigen Herren Beobachtern fortgesetzt. Die Vegetationszeiten verzeichnete Herr Dr. Ziegler. Die astronomischen Zeitbestimmungen führte Herr G. Schlesicky aus.

Die täglichen Wettervorhersagen stellte Herr Prof. König auf, in Vertretung desselben Herr Dr. Nippoldt.

Ausserordentliche meteorologische Beobachtungen wurden auch in diesem Jahre auf Wunsch der Berliner Centralstation anlässlich wissenschaftlicher Luftfahrten einige Male angestellt.

Wie bisher wurden die Beobachtungs-Ergebnisse theils in den Zeitungen und dem Jahresbericht des Vereins veröffentlicht, theils nach Berlin und Hamburg, bezw. Washington eingesandt. Um den Inhalt unserer gedruckten Tabellen noch erweitern zu können, wurde die frühere Einrichtung, die Maximal- und Minimalwerthe der meteorologischen Elemente durch fetten Druck in den Zahlenreihen selbst hervorzuheben, wieder aufgenommen. Der dadurch ersparte Raum in der Monatsübersicht wurde für eine ausführlichere Wiedergabe der Pentaden-Uebersicht verwendet.

Hiesige wie auswärtige Behörden und Private erhielten durch das meteorologische Comité auf zahlreiche Anfragen schriftliche wie mündliche Auskunft und Gutachten.

Die Witterung des Jahres 1894.

Von

Professor Dr. Walter König.

Wie im vergangenen Jahre, möge auch für das Jahr 1894 die meteorologische Charakteristik zunächst an der Hand der Mittelwerthe für das Jahr, die Jahreszeiten und die Monate versucht werden. Man ersieht aus der umstehenden Tabelle, dass das Jahr in Bezug auf Temperatur und Feuchtigkeit sich nicht wesentlich von den 25jährigen Mittelwerthen entfernte. In der Niederschlagsmenge dagegen blieb es erheblich hinter dem Durchschnitt zurück, während es ihn in der Zahl der Niederschlagstage nicht minder erheblich übertraf. Es war also ein Jahr mit häufigem, wenn auch nicht reichlichem Regenfall. Diese Charakteristik trifft auch zum grösseren Theile für die einzelnen Jahreszeiten zu. Winter 1893/94, Frühling und Sommer weisen in den Niederschlagsmengen Fehlbeträge von 36, 38 und 40 mm. auf und nur der Herbst glich durch ein Mehr von 58 mm. diese beträchtlichen Differenzen im Jahresmittel theilweise wieder aus. Die durchschnittliche Zahl der Niederschlagstage dagegen wird von allen Jahreszeiten erreicht und meist übertroffen. Besonders der Sommer charakterisirt sich durch diese Zahl als ein trüber Sommer; unter je 3 Tagen waren 2 Regentage. Dementsprechend lag auch die Mitteltemperatur dieses Sommers 1,5° unter dem Durchschnittswerthe. Der Herbst und der voraufgegangene Winter waren in der Temperatur ziemlich normal, der Frühling um 0,9° zu warm. Im Vergleich zum Jahre 1893 kann man also sagen, dass auch dieses Mal der Frühling relativ warm und trocken, der Sommer kalt und trübe war. Aber diese Gegensätze waren im letzten Jahre bei weitem nicht mit der Schärfe ausgeprägt, wie im Jahre 1893. Man sieht das besonders, wenn man die Monatsmittel dieses Jahres mit den Durchschnittswerthen vergleicht und die entsprechende Tabelle des vergangenen Jahres daneben hält. In keinem Monate des Jahres 1894 weicht der Mittelwerth der relativen Feuchtigkeit vom Durchschnittswerthe in bemerkenswerther Weise ab, in keinem Monate sinkt die Regenmenge unter 20 mm., die Zahl der Regentage unter 11. Aber wenn auch

Vergleich der Temperatur- und Feuchtigkeits-Verhältnisse des Jahres 1894 mit den Durchschnittswerthen der 25jährigen Periode 1857/81.

Zeitraum	Mittelwerth der Temperatur 1894	Mittelwerth der Temperatur Durchschnitt	Mittelwerth der relat. Feucht. 1894	Mittelwerth der relat. Feucht. Durchschnitt	Niederschlagshöhe 1894	Niederschlagshöhe Durchschnitt	Zahl der Niederschlagstage 1894	Zahl der Niederschlagstage Durchschnitt
Jahr	9,7	9,9	76	75	577,8	640,0	202	165
Winter (Dec. bis Febr.)	1,4	1,1	83	82	98,9	135,3	48	42
Frühling . .	10,6	9,7	67	66	92,9	131,0	41	41
Sommer . . .	17,5	19,0	72	71	171,8	211,8	59	42
Herbst . . .	9,2	9,7	83	82	216,9	159,3	49	40
Januar . . .	—0,6	0,2	85	82	28,0	47,9	17	14
Februar . . .	3,6	2,3	77	81	35,0	37,1	18	13
März	6,7	5,0	69	71	28,6	39,6	12	15
April	12,4	10,0	63	65	21,6	38,1	13	12
Mai	12,8	14,1	68	63	42,7	53,3	16	14
Juni	16,2	18,1	70	70	46,7	70,1	17	14
Juli	19,3	20,0	69	70	70,8	73,5	20	14
August . . .	17,0	18,8	78	75	54,3	67,7	22	14
September .	12,5	15,3	80	81	71,6	49,9	16	12
October . . .	9,5	9,6	85	83	108,8	54,5	22	13
November . .	5,7	4,3	85	82	36,5	54,9	11	15
December . .	1,6	0,9	86	84	33,2	50,3	18	15

die Gegensätze im Charakter der einzelnen Monate in diesem Jahre viel schwächer sind, als im vergangenen, so lässt sich doch eine gewisse Aehnlichkeit des Witterungsverlaufes des Jahres 1894 mit demjenigen des Jahres 1893 nicht verkennen. In Bezug auf die Niederschlagsverhältnisse lassen sich, wie im Jahre 1893, drei Maxima der Regenmenge feststellen, das erste im Februar, das zweite im Juli, das dritte im October. Nur sind die Werthverhältnisse dieser Maxima andere, als im Vorjahre; das Februar-Maximum ist nur gering und das Juli-Maximum, das im Allgemeinen das Hauptmaximum des ganzen Jahres ist, wird dieses Mal von dem ungewöhnlich hohen Herbst-Maximum übertroffen. Noch charakteristischer dürfte die Aehnlichkeit der beiden Jahre im Verlauf der Temperaturen sein. Auf einen kalten Januar folgten 3 Monate, deren Mitteltemperaturen in beiden Jahren durchschnittlich um 1,8° über den normalen lagen und auf diese wieder in beiden Jahren ein relativer Rückgang der Temperatur und eine längere Reihe von Monaten, die erheblich zu kalt waren. In der niedrigen Temperatur der mittleren Hälfte des Jahres übertraf sogar das Jahr 1894 das Vorjahr. Der April 1894 war so viel wärmer und der Mai bereits so viel kälter, als der zugehörige

Durchschnittswerth, dass die beiden Monate fast die gleiche mittlere Temperatur hatten. Bemerkenswerth aber ist vor allem, dass im Jahre 1894 das Thermometer der Station nur 28 mal über 25° C. stieg, während im Jahre 1893 45 und im Jahresdurchschnitt 51 derartige „Sommertage“ gezählt werden.

Weitere Vergleichspunkte zwischen den beiden Jahren werden sich ergeben, wenn wir wiederum den Versuch machen, den Verlauf der Witterung in der Reihenfolge ihrer natürlichen Perioden zu schildern.

Der Beginn des Jahres fiel auch dieses Mal in eine Kälteperiode, die seit dem 27. December 1893 bestand, aber nur bis zum 12. Januar, also 17 Tage, andauerte. Sie war bedingt durch ein Barometer-Maximum, das sich ursprünglich als ein Ausläufer des grossen, bei den Azoren lagernden Maximums von SW her über Mitteleuropa ausgebreitet hatte. Unter Wechselwirkung mit einer Depression über Russland verschob sich dieses Maximum zur Zeit des Jahreswechsels nach NW, wobei vorübergehend Trübung mit leichten Schneefällen in Mitteldeutschland eintrat. Dann wanderte das Maximum langsam über Nordeuropa nach Russland. Ueber unserer Gegend, die vornehmlich vom Rande dieses Maximalgebietes getroffen wurde, wehten in Folge dessen fast andauernd NE- bis E-Winde bei sehr wechselnder Bewölkung; neben 4 trüben kamen 6 fast wolkenlose Tage in dieser Periode vor. Dementsprechend entwickelte sich die Kälte nicht zu grösserer Intensität. Die mittlere Temperatur dieser Periode betrug —5,0°. Nur an den drei auf einander folgenden, ganz wolkenlosen Tagen, vom 3. bis 5. Januar, sank bei starkem NE-Wind die mittlere Tagestemperatur unter —10° und das Thermometer erreichte in der Nacht vom 4. auf den 5. Januar mit —14,5° den tiefsten Stand des ganzen Jahres.

Die Verschiebung des Hochdruckgebietes nach Osten leitete eine Umgestaltung der Wetterlage ein. Tiefe Depressionen drängten vom atlantischen Ocean her gegen Osten vor. Bereits am Nachmittage des 12. Januar drang eine Theildepression bis nach Mitteleuropa hinein und verursachte Regen, Glatteis und Anstieg der Temperatur. Es folgten einige Tage des Uebergangs, gewissermassen des Kampfes zwischen dem kalten Regiment des Ostens und dem warmen des Westens, gekennzeichnet durch beständige Glatteisbildung, bis mit dem 16. Januar die Depressionen die Oberhand gewannen. Damit begann eine warme, regenreiche Periode, die bis zum 14. Febr. währte. In diesen 30 Tagen zogen hinter einander 6 grosse Depressionen von W nach E über das nördliche Europa hinweg und griffen zum Theil mit schweren Stürmen über unsere deutschen Küsten hinaus bis nach dem südlichen Deutschland. Dementsprechend wehten bei uns andauernd W- und SW-Winde, die am 7. und 12. Februar zu Sturmesstärke anwuchsen. Das Wetter war mit kurzen Unterbrechungen

zwischen den einzelnen Depressionen trüb und regnerisch. Einem einzigen wolkenlosen Tage stehen 21 trübe Tage, darunter 14 vollkommen bedeckte Tage gegenüber (mittlere Bewölkung der 30 Tage 7,7). Die gesammte Niederschlagsmenge dieser Periode war allerdings nicht sehr gross — nur 42,5 mm. — aber nur 5 von den 30 Tagen waren ohne Niederschlag. Die Temperatur war — abgesehen von einem kurzen Kälterückfall am 24. und 25. Januar — andauernd zu hoch; die mittlere Temperatur dieser 30 Tage betrug +4,2° C. gegen +0,8° des 25jährigen Durchschnitts. Schon am 18. Januar stieg das Thermometer im Maximum auf +10,4°, am 8. Februar auf 10,8°, am 11. und 12. Februar auf 10,4°.

Dieser ungewöhnlichen Wärme folgte am 12.—14. Februar auf der Rückseite der letzten grossen Depression ein tiefer Temperatursturz. Von SW her breitete sich eine Hochdruckzone nach N aus und entwickelte sich zu einem geschlossenen Maximum, das einige Tage Mitteleuropa überdeckte und sich dann nach SE verschob. Diese Wetterlage brachte uns einen kurzen Nachwinter, der mit mässiger Kälte vom 15.—23. Februar dauerte. Bei heiterem und trockenen Wetter, wie es für die Herrschaft einer Anticyclone characteristisch ist, sank das Thermometer unter 0°; es erreichte am 18. einen tiefsten Stand von —6,5°. Die mittlere Temperatur dieser 9 Tage betrug —1,1. Die mittlere Bewölkung 1,7; 5 Tage waren ganz oder fast wolkenlos. Die relative Feuchtigkeit der Luft sank am 20. auf 42% und betrug im Mittel 70%.

Nach dieser Unterbrechung von 9 Tagen stellte sich noch einmal die frühere Wetterlage wieder her. Wieder zogen grosse atlantische Depressionen über das Nordseegebiet hinweg und trugen während der Zeit vom 24. Februar bis zum 14. März mit SW- und W-Winden warme regnerische Witterung nach Centraleuropa hinein. Die gesammte Niederschlagsmenge dieser zweiten Regenperiode betrug 45,9 mm. Nur 5 von den 19 Tagen dieser Periode waren ohne Niederschlag. Die mittlere Bewölkung war für 11 Tage grösser als 8 und betrug im Mittel der ganzen Periode 7,6. Die Temperatur stieg mit dem Eintritt der westlichen Winde stark in die Höhe. Schon am 27. Februar erreichte das Thermometer wieder ein Maximum von 11,4°. Dann folgte — wieder auf der Rückseite einer Depression — ein kurzer Rückfall der Temperatur und dann ein abermaliger Anstieg bis zu einem Maximum von 13,9° am 13. März. Die mittlere Temperatur der ganzen Periode betrug 6,1 gegen 4,0 des 25jährigen Durchschnittes.

Genau wie im Jahre 1893 folgte nun auf diese trübe und feuchte Uebergangszeit vom Winter zum Frühling als erste Frühlingsperiode eine Zeit vollkommener Trockenheit. Allerdings hat die Trockenperiode des Jahres 1894 nicht eine so ungewöhnliche Ausdehnung gehabt, wie die des Jahres 1893; immerhin aber umfasste sie die

29 Tage vom 15. März bis zum 12. April. Sie war wieder durch die ausgesprochene Herrschaft hohen Luftdruckes bedingt, der anfangs von W her nach Mitteleuropa vorrückte, später sein Centrum nach Ost- und schliesslich nach Nordeuropa verlegte. Diesem Gange der allgemeinen Wetterlage entsprechend wehten die Winde anfangs aus nördlichen, später mehr aus östlichen Richtungen. Die Bewölkung war andauernd gering; unter den 29 Tagen waren 22 heitere, darunter 15 fast wolkenlose Tage; das Mittel der Bewölkung für die ganze Periode betrug nur 1,7. Die relative Feuchtigkeit hatte einen Mittelwerth von 56 Procent und ging am 1. April bis auf 20 Procent herunter. Niederschläge fielen — abgesehen von einem Hagelschauer zu Anfang der Periode — innerhalb dieser 29 Tage überhaupt nicht. Die Temperatur, die Anfangs beim Eintritt der N-Winde stark herabgegangen und noch einmal bis unter den Gefrierpunkt gefallen war, stieg im Verlauf dieser Periode durch den von keiner Bewölkung gehemmten Einfluss der Sonnenstrahlung rasch und stetig in die Höhe, wie es durch die Pentadenmittel vom 17. März bis zum 12. April: 4,4, 7,6, 10,7, 11,7, 14,1 deutlich ausgedrückt wird. Vom 21. März an lag die Temperatur andauernd, schliesslich um mehr als 5° über dem Durchschnittswerth. Den höchsten Stand erreichte das Thermometer am 10. April mit 22,5°.

Dieses heitere und so lange Zeit beständige Frühlingswetter erreichte schliesslich dadurch ein Ende, dass das Hochdruckgebiet sich nach Osten verschob, und unsere Gegend in den Bereich der Wechselwirkung zwischen diesem Maximum und den westlichen Depressionsgebieten gerieth. Auf diesem Grenzgebiete entwickelte sich nun eine längere Folge sehr wechselnder und vielgestaltiger Wetterlagen. Es waren meist kleine, unregelmässig gestaltete Cyclonen, die abwechselnd mit Ausläufern der Hochdruckgebiete ziemlich regellos über Mitteleuropa hinwegzogen. Es währte bis zum 13. Mai, ehe die Wetterlage wieder eine festere Gestalt annahm. Die Schwankungen des Luftdrucks waren in diesen 31 Tagen nur gering; die meist schwachen Winde wehten abwechselnd aus allen Richtungen der Windrose, und ebenso wechselnd wie die allgemeine Wetterlage war die locale Witterung. Im Ganzen war das Wetter ziemlich trübe und regnerisch. Die mittlere Bewölkung der 31 Tage betrug 6,9; 13 trübe Tage, 21 Tage mit Regen waren darunter. Doch betrug die gesammte Regenmenge nur 38,8 mm. Die Temperatur hielt sich anfangs auf normaler Höhe, stieg bei der geringeren Himmelsbedeckung des 25. und 26. April stark in die Höhe (am 26. April Maximum 23,5, Tagesmittel 16,2) und erlitt Anfangs Mai einen stärkeren Rückfall durch die NW-Winde auf der Rückseite einer intensiveren, über Nordeuropa hinwegziehenden Depression. In diese Periode von unregelmässiger Druckvertheilung und meist geringen Druckdifferenzen fielen die ersten Gewitter dieses Jahres.

Vom 14. Mai an begann die Wetterlage insofern eine festere Gestalt anzunehmen, als sich ein Hochdruckgebiet für längere Zeit (bis zum 27. Mai) über das nordwestliche Europa lagerte. Unter seinem zunächst ganz Centraleuropa beherrschenden Einfluss entwickelte sich eine kurze Periode ungewöhnlich hoher Temperatur. Diese Frühsommerhitze währte vom 15. bis 18. Mai (Mittlere Temperatur 19,8°, Maximum der Temperatur 28,7°). Dann zogen von Südeuropa her Depressionen nordwärts und bei scharfen N-Winden und vielstündigem Regenfall sank die Temperatur ebenso schnell, wie sie gestiegen war, wieder unter den Mittelwerth (mittlere Tagestemperatur am 18. 19,4°, am 19. 13,6°, am 20. 11,9°, am 21. 10,3°, im 25jährigen Durchschnitt für diese Tage 15,3°). In den folgenden Tagen dehnten sich die von Südeuropa heraufziehenden Depressionen über ganz Mittel- und schliesslich auch über Westeuropa aus; sie durchbrachen am 27. und 28. Mai das nordwestliche Hochdruckgebiet und öffneten damit wieder den atlantischen Depressionen den Zugang nach Europa.

Vom 28. Mai bis zum 21. Juni (25 Tage) können wir abermals eine grössere Depressionsperiode verzeichnen. In kaum unterbrochener Folge zogen kleine, ziemlich unregelmässige Cyclonen zwischen einem Hochdruckgebiet im Süden und einem anderen im hohen Norden an den deutschen Küsten entlang. Bei fast ausschliesslich westlichen Winden war die Witterung in dieser Periode kühl, wolkig und regnerisch; es war die mittlere Temperatur 14,1° gegen 17,6° des 25jährigen Durchschnitts, die mittlere Bewölkung 6,6, die gesammte Regenmenge 56,4 mm. Von den 25 Tagen waren 19 Niederschlagstage, 8 trübe Tage.

Mit dem Vorrücken des höheren Druckes von SW her nach Mitteleuropa begann am 22. Juni die eigentliche Sommerwitterung dieses Jahres, die man bis in die erste Woche des September rechnen kann. Sie begann mit einer Periode heissen, und vorwiegend trocknen Wetters, die unter der Herrschaft eines Hochdruckgebietes bis zum 8. Juli währte. Nur ein trüber Tag findet sich unter den 17 Tagen dieser Periode, dagegen 8 heitere Tage (mittlere Bewölkung 3,5, mittlere relative Feuchtigkeit 60 %). Die Temperatur anfangs schwankend, stieg Ende Juni stark in die Höhe. Die Zeit vom 30. Juni bis zum 7. Juli kann man als die zweite Hitzeperiode dieses Jahres bezeichnen. (Mittlere Temperatur 21,8°, Maximum 31,2° am 2. Juli). Ein Gewitter am 3. Juli brachte mit schwachem Regen nur geringe Abkühlung, ein anderes am 7. Juli machte mit sehr heftigem Regen (15,6 mm.) der Hitzeperiode ein Ende.

Dann begann mit dem 9. Juli wieder eine Periode ausserordentlich häufigen Regenfalles. Unter den 46 Tagen, vom 9. Juli bis zum 23. August, waren 35 Regentage mit einer Gesammt-Regenmenge von 106,9 mm. Doch war der Character dieser langen Regenperiode kein einheitlicher. Zwischen zwei ausgesprochenen Depressionsperioden mit kühlem, andauernd regnerischem Wetter bei ausschliess-

licher Herrschaft südwestlicher Winde schob sich eine Periode sehr gleichmässiger Druckvertheilung mit heiterem Wetter, starker Hitze und mehrfachen starken Gewitterregen. Die erste Depressionsperiode umfasste die 12 Tage vom 9. bis zum 20. Juli und brachte an 11 Regentagen eine Regenmenge von 21,1 mm; die Temperatur ging stark zurück; das Thermometer sank in der Nacht vom 18. auf den 19. auf 11,0°. Dann begann unter dem Einflusse höheren Druckes, der wieder von SW her nach Mitteleuropa vorrückte, ein schneller Anstieg der Temperatur und vom 21. bis zum 25. Juli kann man die dritte und stärkste, wenn auch nur kurze Hitzeperiode dieses Jahres rechnen (Mittlere Temperatur der fünf Tage 23,6°, Maximum 35,8° am 25.). Die gleichmässige Luftdruckvertheilung, die schon am 22. zur Gewitterbildung geführt hatte, hielt noch bis zum 1. August an, nachdem ein zweites starkes Gewitter in der Nacht vom 25. zum 26. Juli die Hitzeperiode beendet hatte. Die Windrichtung war während dieser Zeit sehr veränderlich, die Bewölkung im ganzen mässig (Mittelwerth vom 21. Juli bis 1. August 3,2). Einige trübe regnerische Tage wechselten mit mehreren heiteren. Im ganzen fielen an den 12 Tagen 31,8 mm, wovon etwa 20 mm auf Rechnung der beiden Gewitter zu setzen sind.

Vom 2. bis 23. August währte dann abermals die Herrschaft flacher atlantischer Depressionen, die eine andauernde feuchte SW-Strömung über Deutschland verursachten. Die relative Feuchtigkeit betrug im Mittel der 22 Tage 79 Procent (gegen 75 Durchschnittswerth des August), die mittlere Bewölkung 7,0; an 17 Regentagen fiel eine Gesammtmenge von 54,0 mm. Die Temperatur lag, abgesehen von den ersten Tagen der Periode, tief unter dem Durchschnittswerthe.

Am 24. August drang gleichzeitig von NW und von SE her hoher Luftdruck nach Mitteleuropa vor und führte noch einmal eine 10tägige Periode warmer, trockener Sommerwitterung herbei. Besonders die ersten 3 Tage waren ungewöhnlich warm und bildeten noch einmal eine kurze Hitzeperiode mit einer mittleren Temperatur von 21,6° und einem Maximum von 28,5°. Dann ging die Temperatur langsam und schwankend auf normale Werthe zurück, während die Witterung fast andauernd heiter war (mittlere Bewölkung 2,4) und nur am 27. August eine unbedeutende Regenmenge fiel.

Die Herrschaft des höheren Druckes erlitt vom 3. bis 9. Sept. eine Unterbrechung dadurch, dass Depressionen von Osteuropa aus nach W übergriffen, den hohen Druck über England hinaus drängten und die Witterung Centraleuropas in Mitleidenschaft zogen. Nördliche Winde, Gewitter mit Hagelböen und heftige Regenfälle (49,6 mm. in 7 Tagen) führten einen intensiven Temperatursturz herbei (Tagesmittel der Temperatur am 1. September 18,4, am 8. 9,7), mit dem die Sommerwitterung dieses Jahres ihr Ende fand.

Nach diesem Uebergange begann die Herbstwitterung am 10. September mit der Wiederherstellung des hohen Druckes, der von England her nach Mitteleuropa vorrückte. Wieder begann eine Periode klarer schöner Witterung (bis zum 21. September), aber von durchaus herbstlichem Charakter. Denn, obwohl das Wetter wieder vollkommen regenlos und fast andauernd heiter war (mittlere Bewölkung der 12 Tage 2,2), lag doch bei N- bis E-Winden die Temperatur, namentlich anfangs, tief unter dem normalen Werthe und stieg unter dem Einflusse des schönen ruhigen Wetters nur noch langsam in die Höhe (Tagesmittel am 11: 10,0°, am 21: 14,6°).

Am 22. September durchbrach vom Kanal her eine kleine Depression das Hochdruckgebiet, andere zogen hinter ihr her und es entwickelte sich eine Folge von 8 trüben regnerischen Tagen (gesammte Regenmenge: 22,6 mm). Die Temperatur stieg anfangs bei schwachen SW-Winden noch ein wenig an; dann aber erfolgte auf der Rückseite der letzten, über der Ostsee sich auflösenden Depression mit nördlichen Winden ein abermaliger starker Wärmerückgang. Das Tagesmittel sank am 29. September auf 8,2°.

Nach der Auflösung der letztgenannten Depression breitete sich wieder von NW her hoher Luftdruck über Nord- und Mitteleuropa aus und brachte zunächst in Wechselwirkung mit einer Depression über Südeuropa lebhafte NE-Winde. Dann verminderten sich die Druckdifferenzen, die Winde flauten ab, und es begann eine Periode trüber ruhiger, theils nebliger, theils regnerischer Herbstwitterung. Man kann sie bis zum 20. Oktober rechnen, wenigstens insofern, als bis zu diesem Termine die allgemeine Wetterlage sehr wechselnd, aber die Winde vorwiegend nördlich bis östlich und die Temperatur andauernd tief war. Vielfach wurde in dieser Zeit vollkommene Windstille notirt. Die Bewölkung war andauernd ungewöhnlich hoch (i. M. der 21 Tage vom 30. September bis 20. Oktober 8,0). Die Temperatur zeigte in der ersten Hälfte dieser Periode bei dem stillen, bedeckten Wetter ausserordentlich geringe Schwankungen (Tagesmittel etwa 10,5°); die Tagesamplitude ging bis auf 2,1° herunter. Um die Mitte des Monats aber bewirkte eine flache Depression, die von N her über die Ostsee hinweg nach SE wanderte, einen abermaligen Rückgang der Temperatur bis auf ein Tagesmittel von 5,2°. Vom 17. auf den 18. Oktober trat der erste Nachtfrost ein. Die Regenmenge innerhalb dieser Periode betrug 35,6 mm. bei 9 Regentagen.

Vom 21. October an gewannen die feucht-warmen SW-Winde abermals bis zum 16. November fast unumschränkte Herrschaft. Grosse Depressionen zogen in stetiger Folge vom Ocean her nach NE, nur zu Anfang November von einem kurzen Vorstosse höheren Druckes unterbrochen. Diese Periode erscheint in Bezug auf die Niederschlagsmenge als die hauptsächlichste Regenperiode des ganzen Jahres; es fielen

in den 27 Tagen bei 19 Regentagen im ganzen 109,5 mm. Regen. Doch ist zu beachten, dass diese hohe Zahl wesentlich durch die ganz ungewöhnlich hohe Niederschlagssumme eines einzigen Tages bedingt ist. Am 22. October, oder genauer in der Nacht vom 22. zum 23. fielen allein 44,4 mm. auf der Rückseite der ersten atlantischen Depression, die bei ihrem nordöstlichen Fortschreiten eine Furche niederen Druckes über Mitteldeutschland hinterlassen hatte. Zieht man diesen einen Fall ab, so sieht man, dass die Regenmenge der übrigen Tage dieser Periode auch wieder keine besonders erhebliche gewesen ist, im Gegensatz zu den grösseren Niederschlagsmengen der Regenperioden des vergangenen Jahres. Die Temperatur war während dieser Regenperiode andauernd zu hoch; sie lag anfangs bis zu 5° über dem normalen Werthe. Die mittlere Bewölkung war 7,3.

Das Ende dieser Depressionsperiode bezeichnet den Beginn der Winterwitterung, die durch das Vordringen des continentalen Luftdruck-Maximums von Osten her nach Mitteleuropa eingeleitet wurde. Mit dem Eintritt östlicher Winde sank die Temperatur langsam auf normale Werthe herab. Es begann eine 27 tägige Trockenperiode (17. November bis 13. December), die im wesentlichen durch die Herrschaft hohen Druckes bedingt war. Nur vom 4. bis 9. December wurde diese Wetterlage durch eine Folge kleiner Depressionen unterbrochen, die über Norddeutschland dahinzogen und unserer Gegend geringfügige Niederschläge brachten. Der Himmel war in dieser Zeit meist stark bewölbt (i. M. der 27 Tage 6,2). Daher hielt sich die Temperatur bei meist schwacher Luftströmung lange Zeit auf normalen Werthen. Als aber am 10. und 11. December andauernde vollständige Aufklärung eintrat, sank die Temperatur schnell unter 0° und erreichte am 13. December ein Minimum von —5,1°. Die Bildung einer Nebelschicht, die bis zu einer Mächtigkeit von 500 m. das Main- und Rheinthal erfüllte, war die Folge dieser Kälte und vervollständigte das typische Bild einer winterlichen Anticyclone. Aber der Einbruch einer grossen atlantischen Depression über Nordeuropa (am 14. December) machte dieser Kälteperiode schnell ein Ende. Unter dem Einfluss der regnerischen SW-Winde einer Folge von grossen Depressionen stieg das Thermometer rasch in die Höhe und erreichte am 18. December wieder ein Tagesmittel von +5,1. Bis zu den Weihnachtstagen hielt es sich bei andauernd trübem und regnerischem Wetter um mehrere Grad über dem normalen Werthe. In den Weihnachtstagen führte ein Vorstoss des südwestlichen Maximums zu einem nochmaligen starken Anstieg des Luftdruckes und gleichzeitigem Rückgange der Temperatur. Das Barometer erreichte am 25. December den höchsten Stand des ganzen Jahres, 768,8 mm. Aber eine neue atlantische Depression, die über dem nördlichsten Europa hinwegzog, veranlasste bereits am 27. December wieder einen stärkeren Rückgang des Luftdrucks, und eine zweite Depression, die sich am 29. December zu einem gewaltigen, ganz

Nord- und Mitteleuropa bedeckenden Wirbel ausgestaltete, verwandelte diesen allmählichen Rückgang in einen Barometersturz von seltener Heftigkeit. Am 30. December, also 5 Tage nach dem absolut höchsten Stande des Jahres, sank das Barometer auf den absolut tiefsten Stand des Jahres, auf 731,8 mm; allein vom Mittag des 28. bis zum Mittag des 29. December fiel es um 26,7 mm. Schneesturm und stellenweise Gewittererscheinungen begleiteten diese ausserordentliche Depression; auch das merkwürdige Gewitter in Höchst a. M., das auf S. 57 ff. dieses Jahresberichtes ausführlich besprochen worden ist, gehört hierher. In den beiden letzten Tagen des Jahres war dieser Luftwirbel in allmählicher Auflösung begriffen, ohne dabei seine Lage über Europa wesentlich zu ändern. Diese Wetterlage bildete den Beginn einer Schnee- und Kälteperiode, die bis Mitte Januar des neuen Jahres anhielt. Der Vollständigkeit halber möge noch erwähnt werden, dass in dieser letzten Periode des Jahres 1894, vom 18. bis 31. December, die mittlere Bewölkung 8,4, die gesammte Regenmenge 30,9 mm. betrug.

Jahres-Uebersicht

der meteorologischen Beobachtungen zu Frankfurt am Main 1894.

Mittlerer Luftdruck		752·9 mm
Höchster beobachteter Luftdruck	am 25. December	768·8 „
Niedrigster „ „	„ 30. December	731·8 „
Mittlere Lufttemperatur		9·7 °C.
Höchste beobachtete Lufttemperatur	am 25. Juli	35·8 „
Niedrigste „ „	„ 5. Januar	—14·5 „
Höchstes Tagesmittel der Lufttemperatur	„ 25. Juli	27·7 „
Niedrigstes „ „ „	„ 4. Januar	—13·1 „
Mittlere absolute Feuchtigkeit		7·2 mm
„ relative „		76 %
Höhensumme der atmosphärischen Niederschläge		577·8 mm
Mittlerer Wasserstand des Mains		118 cm
Höchster „ „ „	am 28. Oktober	192 „
Niedrigster „ „ „	„ 6. Januar	—40 „
Zahl der Tage mit Niederschlag		202
„ „ „ „ Regen		191
„ „ „ „ Schnee		15
„ „ „ „ Hagel		2
„ „ „ „ Thau		64
„ „ „ „ Reif		30
„ „ „ „ Nebel		25
„ „ „ „ Gewitter		23
„ „ „ „ Sturm		6
„ „ beobachteten*) N-Winde		91
„ „ „ NE „		180
„ „ „ E „		145
„ „ „ SE „		30
„ „ „ S „		60
„ „ „ SW „		401
„ „ „ W „		83
„ „ „ NW „		33
„ „ „ Windstillen		72
Mittlere Windstärke (0 bis 12)		2·3

*) Drei Beobachtungen täglich.

Niederschlags-Beobachtungen

in der Umgebung von Frankfurt am Main im Jahre 1894.

Monats- und Jahressummen.

Wasserhöhe in Millimetern.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

***Falkenstein* im *Taunus*.**
Heilanstalt.
8° 29′ ö. L. v. Gr., 50° 11′ n. Br., 410 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Dr. B. Engelbrecht, später Dr. Blumenfeld.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
42·2	57·0	39·5	21·4	48·6	71·7	88·7	109·7	83·6	138·8	43·2	63·2	807·6

***Gr. Feldberg* im *Taunus*.**
8° 28′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 880 m.
Hellmann'scher Regenmesser M. 1886, 1 m. Beobachter: Gastwirth J. G. Ungeheuer.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
33·8	45·7	44·6	28·3	55·0	78·6	99·4	88·3	92·5	122·4	62·0	59·4	810·0

***Fischborn* am *Vogelsberg*.**
9° 18′ ö. L. v. Gr., 50° 23′ n. Br., 343 m.
Hellmann'scher Regenmesser M. 1886, 1·5 m. Beobachter: Tiefbauamt.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
58·9	95·7	48·5	28·0	42·9	107·7	104·3	124·7	102·6	134·5	50·6	85·2	978·6

***Flörsheim (Raunheim)* am *Main*.**
Kanalschleuse II.
8° 27′ ö. L. v. Gr., 50° 1′ n. Br., 90 m.
Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·00 m. Beobachter: Schleusen- und Wehrmeister Schülbe.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
21·9	29·5	21·6	21·3	55·9	65·6	66·0	88·0	66·2	119·6	34·6	20·6	610·8

***Frankfurt am Main*.**
Botanischer Garten.
8° 41′ ö. L. v. Gr., 50° 7′ n. Br., 102 m.
Hellmann'scher Regenmesser M. 1886, 1 m. Beobachter: Stiftsgärtner G. Perlenfein.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
28·0	35·0	28·6	21·6	42·7	46·7	70·8	54·3	71·6	108·8	36·5	33·2	577·8

Frankfurt am Main.

Hochbehälter der Wasserleitung an der **Friedberger Warte.**

8° 42′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., 146 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
25·8	23·7	16·2	17·6	31·8	43·0	48·6	38·4	53·6	94·2	26·0	22·6	441·5

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
34·0	31·8	27·5	22·4	46·1	58·2	64·0	56·8	58·6	114·0	35·4	32·8	581·6

Frankfurt am Main.

Lagerplatz des Tiefbauamtes an der **Gutleutstrasse.**

8° 40′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 97 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
26·1	22·1	18·4	18·4	34·8	29·4	43·0	47·6	68·0	88·8	28·0	13·6	438·2

Frankfurt am Main.

Kanalschleuse V. bei Niederrad.

8° 39′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 97 m.

Regenmesser, M. d. Seewarte, 2·45 m. Beobachter: Schleusenmeister **Kerschke.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
21·1	22·5	18·5	17·8	44·3	42·1	54·1	51·1	61·1	106·4	29·0	18·8	486·8

Frankfurt am Main.

Pumpstation der Grundwasserleitung am **Ober-Forsthaus.**

8° 39′ ö. L. v. Gr., 50° 4′ n. Br., 103 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
25·5	30·4	24·7	18·1	36·8	39·4	47·3	48·7	48·2	93·8	26·2	18·1	457·2

Frankfurt am Main

Lagerplatz des Tiefbauamtes an der **Ostendstrasse.**

8° 42′ ö. L. v. Gr., 50° 7′ n. Br., 96 m.

Selbstaufzeichnender Regenmesser 2·70 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
25·0	27·6	21·6	10·9	36·0	29·0	43·2	41·4	52·8	97·2	30·0	25·4	440·1

Friedberg an der Usa.

8° 45′ ö. L. v. Gr., 50° 21′ n. Br.

Burg. 160 m.

Regenmesser 1·5 m. Beobachter: Seminarlehrer Professor Dr. **Heid.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
27·9	29·5	22·0	23·3	28·5	50·8	119·4	47·2	42·1	85·7	23·5	31·7	531·6

Garten des Herrn **A. Trapp.** 150 m.

Hellmann'scher Regenm. M 1886, 1·0 m. Beobachter: **H. Trapp** u. Reallehrer Dr. **Egon Ihne.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
31·6	. . .	. . .	22·5	34·4	46·7	116·1	50·9	54·6	88·4	31·1	49·7	[526·0]

Gassen an der Bieber, im Spessart.
9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 10′ n. Br.. 203 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Link.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
61·1	114·6	50·4	27·8	71·5	132·5	91·9	95·8	109·6	146·9	29·8	69·1	1001·0

Gelnhausen an der Kinzig.
9° 11′ ö. L. v. Gr., 50° 12′ n. Br., 139 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
31·7	78·6	32·2	19·7	37·1	94·9	87·1	104·7	75·9	125·6	31·1	38·9	757·5

Hanau an der Kinzig und dem Main.
8° 55′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., (115) m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·57 m. Beobachter: **F. W. Günther.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
31·4	37·1	27·0	19·4	57·8	73·4	65·7	63·2	100·8	107·6	40·4	34·9	658·7

Herchenhain auf dem Vogelsberg.
9° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 29′ n. Br., 638 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·5 m. Beobachter: Bürgermeister **Seb. Weidner.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
88·5	91·3	47·4	18·1	55·2	109·1	145·6	185·3	157·1	163·5	53·5	48·9	1158·5

Höchst am Main.
Kanalschleuse IV.
8° 33′ ö. L. v. Gr., 50° 6′ n. Br., 94 m.
Regenmesser, M. d. Seew., 2·55 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Seltenheim.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
29·4	26·9	17·5	19·2	36·6	41·6	63·9	44·8	60·6	95·9	33·2	21·8	491·4

Homburg v. d. H. im Taunus.
8° 37′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br.
Gasfabrik. (160) m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Direktor **M. J. Müller.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
35·1	39·5	22·8	20·4	36·8	46·0	71·3	77·8	72·9	92·3	36·0	35·9	586·8

Kurpark. 155 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Brunnenmeister **Johs. Landvogt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
46·4	41·1	28·5	22·8	36·6	47·4	72·0	82·1	79·8	96·3	35·8	43·8	632·6

Idstein an der Wörsbach, im Taunus.
8° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 13′ n. Br., 275 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Ingenieur **Karl Wagener.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
28·3	40·0	28·9	28·1	37·0	55·2	98·6	66·3	95·5	97·7	36·1	41·5	653·2

Kassel-Grund im Spessart.
9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 11′ n. Br., 310 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·5 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
54·3	103·5	45·2	29·3	77·9	133·2	96·2	114·3	109·1	155·3	31·1	67·9	1017·3

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

Kostheim (Bischofsheim) am Main.
Kanalschleuse I.
8° 19′ ö. L. v. Gr., 50° 0′ n. Br., 88 m.
Regenmesser, M. d. Seewarte, 1·78 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Gottschalk.**

23·2	30·7	20·4	23·8	47·0	51·0	72·4	59·8	59·5	99·1	26·4	22·2	535·5

Mainz am Rhein.
8° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 0′ n. Br., 85 m.
Regenmesser, Münchener M., 1·5 m. Beobachter: Pr.-L. **W. v. Reichenau.**

18·0	22·7	15·9	21·3	37·1	43·6	54·2	56·1	50·5	94·6	25·8	20·5	460·3

Obermüller an der Bieber, im Spessart.
9° 23′ ö. L. v. Gr., 50° 9′ n. Br., 319 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·50 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

67·4	110·4	50·0	28·4	84·4	145·1	88·1	102·6	135·0	157·8	33·3	72·7	1075·2

Ober-Reifenberg im Taunus.
8° 26′ ö. L. v. Gr., 50° 15′ n. Br., 600 m.
Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Kgl. Förster **A. Ubach.**

53·9	42·8	38·5	25·8	48·6	80·2	108·5	104·8	73·6	122·4	62·0	59·4	820·5

Okriftel (Kelsterbach) am Main.
Kanalschleuse III.
8° 31′ ö. L. v. Gr., 50° 3′ n. Br., 106 m.
Regenm., M. d. Seewarte, 2·63 m. Beobachter: Schleusen- u. Wehrmeister **Hardt** u. **Bauer.**

29·9	39·8	27·0	20·6	38·8	53·1	52·5	75·9	54·1	99·8	33·6	35·5	560·6

Orb im Spessart.
9° 21′ ö. L. v. Gr., 50° 14′ n. Br., 181 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·1 m. Beobachter: **J. Rieger.**

61·1	120·5	48·1	27·2	41·8	98·9	92·6	94·8	108·1	150·8	37·4	72·5	953·8

Saalburg bei Homburg im Taunus.
Forsthaus.
8° 34′ ö. L. v. Gr., 50° 16′ n. Br., 418 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1 m. Beobachter: **W. Burkhardt.**

56·0	81·9	53·8	22·6	58·9	72·1	87·4	80·2	74·3	131·2	46·4	60·3	825·1

Salz am Vogelsberg.
9° 22′ ö. L. v. Gr., 50° 26′ n. Br., 385 m.
Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·0 m. Beobachter: Bürgermeister **Muth.**

62·7	106·0	51·7	22·4	50·4	115·6	131·0	128·2	111·5	144·7	65·0	81·3	1065·5

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr

Schlierbach an der Bracht, am Vogelsberg.

9° 18′ ö. L. v. Gr., 50° 18′ n. Br., 161 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·05 m. Beobachter: **Wörner.**

63·8	100·4	54·2	21·5	49·2	91·1	128·2	121·2	104·1	134·8	37·2	80·0	985·7

Schmitten an der Weil, im Taunus.

8° 27′ ö. L. v. Gr., 50° 16′ n. Br., 450 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1·35 m. Beobachter: Lehrer **Fr. Reinhard.**

33·6	82·4	49·2	22·3	43·9	85·3	[116·6]	86·0	[54·2]	[151·5]	44·1	41·0	[810·1]

Soden am Taunus.

8° 30′ ö. L. v. Gr., 50° 9′ n. Br., (150) m.

Dove'scher Regenmesser 2 m. Beobachter: Lehrer **K. Presber.**

50·9	58·1	39·7	20·6	44·7	56·3	84·9	81·8	80·5	119·0	42·9	47·8	727·2

Staufen im Taunus.

Villa v. Reinach.

8° 25′ ö. L. v. Gr., 50° 8′ n. Br., 405 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Förster **W. Horn.**

39·7	50·0	33·7	24·9	34·6	48·2	64·3	81·6	78·9	120·6	27·1	35·6	639·2

Treisberg im Taunus.

8° 26′ ö. L. v. Gr., 50° 18′ n. Br., 550 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1·6 m. Beobachter: Lehrer **Landsiedel.**

40·6	36·2	67·3	30·9	54·0	105·0	104·7	94·1	53·0	[37·4]	. . .	32·6	[655·8]

Wiesbaden am Taunus.

8° 13′ ö. L. v. Gr., 50° 5′ n. Br., 111 m.

Hellmann'scher Regenmesser 1 m. Beobachter: Konservator **August Römer.**

32·4	48·8	27·9	34·6	37·2	45·7	75·0	68·4	64·7	104·4	40·3	39·0	618·4

Wirtheim an der Kinzig.

9° 16′ ö. L. v. Gr., 50° 13′ n. Br., 135 m.

Hellmann'scher Regenmesser, M. 1886, 1·25 m. Beobachter: **Tiefbauamt.**

41·0	91·7	42·2	19·8	45·1	114·3	101·4	122·6	94·3	151·8	39·0	61·6	924·8

Vegetationszeiten zu Frankfurt am Main

beobachtet von *Dr. Julius Ziegler* im Jahre 1894.

Bo. s. = Blattoberfläche sichtbar; *e. Bth.* = erste Blüthe offen; *Vbth.* = Vollblüthe, über die Hälfte der Blüthen offen; *e. Fr.* = erste Frucht reif; *a. Fr.* = allgemeine Fruchtreife, über die Hälfte der Früchte reif; *a. Lbv.* = allgemeine Laubverfärbung, über die Hälfte der Blätter verfärbt; *a. Lbf.* = allgemeiner Laubfall, über die Hälfte der Blätter abgefallen. Die eingeklammerten Angaben sind nur annähernd genau. Die zur Vergleichung dienenden Mittel sind aus den 28 Jahren 1867 bis 1894 berechnet.

Monat	Tag	Name der Pflanze	Vegetations-Stufe	Abweichung vom Mittel Tage voraus	später
Dec. 93.	28	Corylus Avellana, Haselnuss	*e. Bth.*	35	
1894. Februar	9	Galanthus nivalis, Schneeglöckchen	*e. Bth.*	17	
	12	Leucojum vernum, Frühlingsknotenblume	*e. Bth.*	19	
	27	Crocus luteus, gelber Safran	*e. Bth.*	7	
März	8	Cornus mas, gelber Hartriegel	*e. Bth.*	5	
	13	Anemone nemorosa, Windröschen	*e. Bth.*	11	
	29	Prunus Armeniaca, Aprikose	*e. Bth.*	8	
	29	Ribes rubrum, Johannisbeere	*e. Bth.*	9	
	30	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*Bo. s.*	6	
April	1	Prunus avium, Süsskirsche	*e. Bth.*	10	
	2	Prunus spinosa, Schlehe	*e. Bth.*	10	
	2	Persica vulgaris, Pfirsich	*e. Bth.*	11	
	3	Ribes rubrum, Johannisbeere	*Vbth.*	13	
	5	Pyrus communis, Birne	*e. Bth.*	10	
	6	Prunus avium, Süsskirsche	*Vbth.*	12	
	7	Persica vulgaris, Pfirsich	*Vbth.*	13	
	9	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde	*Bo. s.*	11	
	9	Pyrus communis, Birne	*Vbth.*	15	
	10	Pyrus Malus, Apfel	*e. Bth.*	13	
	11	Vitis vinifera, Weinrebe	*Bo. s.*	13	
	13	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*e. Bth.*	14	
	13	Syringa vulgaris, Syringe	*e. Bth.*	14	
	18	Pyrus Malus, Apfel	*Vbth.*	18	
	21	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie	*Vbth.*	18	
	21	Syringa vulgaris, Syringe	*Vbth.*	18	
Mai	4	Sambucus nigra, Hollunder	*e. Bth.*	17	

Monat	Tag	Name der Pflanze	Vegetations-Stufe	Abweichung vom Mittel. Tage voraus	zurück
Mai	(28)	Prunus avium, Süsskirsche	*e. Fr.*	(11)	. .
	29	Sambucus nigra, Hollunder	*Vbth.*	11	. .
Juni	3	Vitis vinifera, Weinrebe	*e. Bth.*	11	. .
	7	Ribes rubrum, Johannisbeere	*e. Fr.*	9	. .
	20	Lilium candidum, weisse Lilie	*e. Bth.*	3	. .
	(23)	Castanea vesca, zahme Kastanie	*e. Bth.*	. .	(4)
	23	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . .	*e. Bth.*	0	0
	(24)	Vitis vinifera, Weinrebe	*Vbth.*	(2)	. .
	27	Prunus avium, Süsskirsche	*a. Fr.*	. .	1
	29	Castanea vesca, zahme Kastanie	*Vbth.*	. .	2
	29	Ribes rubrum, Johannisbeere	*a. Fr.*	2	. .
	30	Lilium candidum, weisse Lilie	*Vbth.*	0	0
	30	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . . .	*Vbth.*	1	. .
Juli	3	Catalpa syringaefolia, Trompetenbaum .	*e. Bth.*	0	0
	9	Catalpa syringaefolia, Trompetenbaum .	*Vbth.*	4	. .
	16	Sambucus nigra, Hollunder	*e. Fr.*	18	. .
August	9	Colchicum autumnale, Herbstzeitlose . .	*e. Bth.*	18	. .
	(21)	Sambucus nigra, Hollunder	*a. Fr.*	(5)	. .
Septbr.	7	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*e. Fr.*	6	. .
	(10)	Vitis vinifera, Weinrebe	*e. Fr.*	. .	(8)
	15	Colchicum autumnale, Herbstzeitlose . .	*Vbth.*	. .	4
	18	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Fr.*	9	. .
	(28)	Tilia parvifolia, kleinblättrige Linde . . .	*a. Lbv.*	(18)	. .
Oktbr.	12	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Lbv.*	5	. .
	(12)	Vitis vinifera, Weinrebe	*a. Fr.*	(7)	. .
	(12)	Vitis vinifera, Weinrebe	*a. Lbv.*	(8)	. .
	(14)	Prunus avium, Süsskirsche	*a. Lbv.*	(9)	. .
	21	Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie .	*a. Lbf.*	8	. .

Tabelle der Grundwasser-Schwankungen zu Frankfurt am Main im Jahre 1894.

Höhe des Wasserstandes über dem Nullpunkt des Mainpegels in Centimetern.

Ort der Brunnen	Gutleutstrasse 204 (Südlich.) *Dir. Schiele.*	Gutleutstrasse 204 (Nördlich.) *Dir. Schiele.*	Bockenheimer Landstrasse 136 (neue Fabrik) *B. Dondorf.*	Stiftstr. 30 Bürgerhosp. *Hspm. Reichard.*	Feldstrasse 8. *Dr. Julius Ziegler.*
Höhe des Terrains über dem Nullpunkt des Mainpegels	593	642	1085	1121	1292
Höhe der Sohle des Brunnens über dem Nullpunkt des Mainpegels.	—144	—301	+285	—16	+905
1. Januar	120	112	678	558	Brunnen leer.
8. „	115	111	680	546	
15. „	112	. . .	680	561	„
22. „	109	. . .	682	567	„
29. „	106	113	682	568	„
5. Februar	106	113	683	571	„
12. „	105	115	684	575	„
19. „	102	113	685	578	„
26. „	106	118	685	582	„
5. März	106	118	685	573	„
12. „	107	120	685	581	„
19. „	105	119	685	582	„
26. „	102	121	725	584	„
2. April	103	122	719	588	„
9. „	103	123	721	584	„
16. „	103	124	720	585	„
23. „	102	123	717	584	„
30. „	100	120	717	583	„
7. Mai	101	118	720	583	„

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	„
18. „	109	112	698	576	„
25. „	110	111	694	574	„
2. Juli	110	110	691	573	„
9. „	110	109	688	578	„
16. „	107	107	686	576	„
23. „	107	105	686	578	„
30. „	105	103	684	576	„
6. August	104	102	684	577	„
13. „	104	101	680	575	„
20. „	104	99	679	575	„
27. „	105	98	678	574	„
3. September	106	98	677	575	„
10. „	107	**97**	**675**	575	„
17. „	108	98	680	576	„
24. „	109	99	679	577	„
1. Oktober	**107**	99	679	575	„
8. „	107	100	679	574	„
15. „	107	99	680	574	„
22. „	107	98	680	577	„
29. „	113	104	686	585	„
5. November	115	107	690	594	„
12. „	115	109	690	**604**	„
19. „	115	110	712	602	**(912)**
26. „	116	113	713	602	913
3. December	117	115	715	601	918
10. „	117	117	715	595	922
17. „	116	117	**729**	592	**925**
24. „	113	116	715	590	922
31. „	114	119	713	596	**925**
Grösste Differenz im ganzen Jahre	20	27	54	58	(13)

Inhalt.

Gattung und … | des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Nummer der … | der Thermometer über dem Erdboden . . . 3·0 Meter.
des Regenmessers über dem Erdboden . . . 1·0 Meter.

Bew… ganz wo… ganz bew… 7ʰ a	2ʰ p	Schnee-decke 12ʰ m	Wasser-höhe des Mains cm	Anmerkungen	Tag
10	10	Sd.	18	. . . .	1
7	7	Sd.	18	. . . .	2
0	0	Sd.	14	. . . .	3
0	0	(Sd.)	10	. . . .	4
0	0	. . .	—4	. . . .	5
1	10	. . .	—40	. . . .	6
5	10	. . .	—17	. . . .	7
1	0	. . .	—12	. . . .	8
10	10	. . .	—8	. . . .	9
10	9	. . .	8	. . . .	10
0	1	. . .	—6	. . . .	11
0	10	. . .	2	. . . .	12
10	10	. . .	10	. . . .	13
10	0	. . .	10	. . . .	14
10	10	. . .	12	. . . .	15
10	10	. . .	16	. . . .	16
10	10	. . .	18	. . . .	17
10	10	. . .	22	. . . .	18
10	10	. . .	78	. . . .	19
8	10	. . .	52	. . . .	20
8	9	. . .	40	. . . .	21
10	10	. . .	38	. . . .	22
7	10	. . .	62	. . . .	23
5	5	. . .	74	. . . .	24
0	0	. . .	68	. . . .	25
10	10	. . .	58	. . . .	26
1	10	. . .	48	. . . .	27
10	9	. . .	40	. . . .	28
0	3	. . .	36	. . . .	29
8	10	Sd.	32	. . . .	30
10	10	. . .	28	. . . .	31
6	7	5 Tage.	23 Mittel.		

…nter 0°) .	…mit Reif . . . . (⌴) 6
„ 0°) .	„ Rauhfrost . . . . (V) 0
…5° und darübe…	„ Nebel . . . . (▬) 2
…wölkung unter	„ Gewitter . . . . (⚡) 0
„ über	„ entferntem Gewitter . . . (T) 0
8—12) . .	„ Wetterleuchten . . . . (⚡) 0
	„ Höhen- u. Moorrauch (∞∞) 0

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

ti	Schneehöhe 7h a	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains	Anmerkungen	Tag
	cm		cm		
. .	. . .	. . .	26	. . . .	1
.	. . .	. . .	96	Nadelwehr aufgestellt.	2
. .	. . .	. . .	110	. . . .	3
. .	. . .	. . .	120	. . . .	4
. .	. . .	. . .	148	. . . .	5
. .	. . .	. . .	130	. . . .	6
. .	. . .	. . .	136	3 - 11 p.	7
. .	. . .	. .	146	. . . .	8
. .	. .	. . .	140	. . . .	9
. .	. . .	. .	142	. . . .	10
. .	. . .	. .	156	. . . .	11
. .	. . .	. .	156	n - 9 a.	12
. .	. . .	. . .	162	. . . .	13
. .	0	. . .	168	. . . .	14
. .	. . .	. . .	168	. . . .	15
. .	. . .	. . .	162	. . . .	16
. .	. . .	. . .	154	. . . .	17
. .	. . .	. . .	148	. . . .	18
. .	. . .	. . .	126	. . . .	19
. .	. . .	. . .	120	. . . .	20
. .	. . .	. . .	118	. . . .	21
. .	. . .	. . .	114	. . . .	22
. .	. . .	. . .	110	. . . .	23
)p. .	0	. . .	114	. . . .	24
. .	. . .	. . .	122	. . . .	25
. .	. . .	. . .	128	. . . .	26
. .	. . .	.	128	. . . .	27
. .	. . .	. . .	128	. . . .	28
	. . .	0 Tage.	131 Mittel.		

hl der Tage mit Reif . . . . (⌴) 10
" " " Rauhfrost . . . . (V) 0
" " " Nebel . . . . (≡) 0
" " " Gewitter . . . . (ꓘ) 0
" " " entferntem Gewitter . . . (T) 0
" " " Wetterleuchten . . . . (≤) 0
" " " Höhen- u. Moorrauch (∞ ∞) 0

Gattung des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Nummer der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Bewölkung (ganz wolkenfrei … ganz bewölkt …) ʰ a	2ʰ p	9ʰ	Schneedecke 12ʰ m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Tag
7	2		. . .	126	. . . .	1
5	10	1	. . .	132	. . . .	2
10	10	1	. . .	136	. . . .	3
10	10		. . .	138	. . . .	4
7	5		. . .	140	. . . .	5
10	10	1	. . .	142	. . . .	6
9	7	1	. . .	142	. . . .	7
7	8	1	. . .	146	. . . .	8
10	10	1	. . .	148	. . . .	9
10	10		. . .	148	. . . .	10
10	10	1	. . .	154	. . . .	11
10	9		. . .	146	. . . .	12
8	10	1	. . .	152	. . . .	13
10	10		. . .	150	. . . .	14
10	10		. . .	158	. . . .	15
10	7		. . .	156	. . . .	16
5	9		. . .	152	. . . .	17
7	9		. . .	145	. . . .	18
1	3		. . .	140	. . . .	19
10	10		. . .	138	. . . .	20
1	1		. . .	138	. . . .	21
0	3		. . .	133	. . . .	22
0	2		. . .	133	. . . .	23
0	0		. . .	130	. . . .	24
0	0		. . .	130	. . . .	25
0	0		. . .	128	. . . .	26
0	0		. . .	128	. . . .	27
0	3		. . .	127	. . . .	28
0	0		. . .	127	. . . .	29
0	0		. . .	126	. . . .	30
1	1		. . .	125	. . . .	31
5	6		0 Tage.	139 Mittel.		

	mit Reif	(⌴)	2
0°)	„ Rauhfrost	(V)	0
0°)	„ Nebel	(▬)	3
nd darüber)	„ Gewitter	(⋜)	0
ıng unter 2)	„ entferntem Gewitter . . .	(T)	0
über 8)	„ Wetterleuchten	(⋜)	0
2)	„ Höhen- u. Moorrauch	(∞ ∞)	0

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 7h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Tag
...	...	...	125	...	1
...	...	...	125	...	2
...	...	...	124	...	3
...	...	...	122	...	4
...	...	...	114	...	5
...	...	...	120	...	6
...	...	...	122	...	7
...	...	...	120	...	8
...	...	...	120	...	9
...	...	...	118	...	10
...	...	...	120	...	11
...	...	...	118	...	12
...	...	...	118	...	13
...	...	...	118	...	14
...	...	...	120	...	15
...	...	...	121	...	16
...	...	...	120	...	17
...	...	...	122	...	18
...	...	...	121	T 3^{25} p, 1 × Donner, ☈° 5^{06} - 5^{30} p.	19
...	...	...	119	...	20
...	...	...	118	...	21
...	...	...	120	...	22
...	...	...	124	...	23
...	...	...	126	...	24
...	...	...	127	...	25
...	...	...	127	☇¹ 10^{50} p, ☈° 11^{35} p - 12.	26
...	...	...	122	☈° 12 - 12^{20} a.	27
...	...	...	120	...	28
...	...	...	120	...	29
...	...	...	120	...	30
	...	0 Tage.	121 Mittel.		

ahl der Tage mit Reif . . . . (⌴) 0
" " " " Rauhfrost . . . . (V) 0
" " " " Nebel . . . . (▬) 1
" " " " Gewitter . . . . (☈) 2
" " " " entferntem Gewitter . . . (T) 1
" " " " Wetterleuchten . . . . . . (☇) 1
" " " " Höhen- u. Moorrauch (∞∞) 0

Gatt… he des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Numm… he der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
he des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Bewölkung (ganz wolkenlos 0, ganz bewölkt 10) ʰa	2ʰp	Schneedecke 12ʰm	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Tag
10	10	. . .	118	. . . .	1
10	10	. . .	121	. . . .	2
10	10	. . .	121	. . . .	3
10	9	. . .	126	. . . .	4
5	7	. . .	126	. . . .	5
0	1	. . .	126	. . . .	6
9	5	. . .	132	. . . .	7
3	5	. . .	128	. . . .	8
0	2	. . .	127	. . . .	9
5	5	. . .	127	. . . .	10
3	5	. . .	122	. . . .	11
.0	10	. . .	122	T° 2·8 p 1×Donner	12
.0	10	. . .	123	. . . .	13
5	3	. . .	122	. . . .	14
0	3	. . .	124	. . . .	15
0	3	. . .	121	. . . .	16
0	5	. . .	124	. . . .	17
0	5	. . .	120	T° 2·38-3·20, 4·50 p 1×Donner . . .	18
.0	0	. . .	120	. . . .	19
5	10	. . .	120	. . . .	20
5	10	. . .	118	. . . .	21
7	10	. . .	118	. . . .	22
0	10	. . .	118	. . . .	23
0	10	. . .	119	. . . .	24
5	5	. . .	120	. . . .	25
3	9	. . .	120	T° 4·15 p 1×Donner	26
0	5	. .	120	. . . .	27
9	7	. . .	123	. . . .	28
9	10	. . .	122	Γϟ¹ 11·45 a-12·15 p, T° 2·40-3 p. . . .	29
9	5	. . .	115	. . . .	30
8	7	. . .	120	. . . .	31
6	7	0 Tage.	122 Mittel.		

…)° . . .
…)° . . .
…d darüber)
…ng unter 2)
über 8)
…) . . . . .

e mit Reif . . . . (⌴) 0
„ Rauhfrost . . . . (V) 0
„ Nebel . . . . (≡) 0
„ Gewitter . . . . (Γϟ, T) 4
„ entferntem Gewitter . . . (T) 4
„ Wetterleuchten . . . . . (ϟ) 0
„ Höhen- u. Moorrauch (∞ ∞) 0

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 7^h a	Schneedecke 12^h m	Wasserhöhe des Mains	Anmerkungen	Tag
	cm		cm		
. .	. . .	. . .	118	. . . .	1
. .	. . .	. . .	121	. . . .	2
. .	. . .	. . .	123	. . . .	3
. .	. . .	. . .	120	. . . .	4
. .	. . .	. . .	118	. . . .	5
. .	. . .	. . .	114	. . . .	6
3·15 p,	. . .	. . .	122	T^0 2 p	7
·20 p.	. . .	. . .	122	. . . .	8
. .	. . .	. . .	120	T^1 2^{27} p.	9
. .	. . .	. . .	124	. . . .	10
. .	. . .	. . .	124	. . . .	11
. .	. . .	. . .	126	. . . .	12
. .	. . .	. . .	128	T^0 4^{47} - 5^{25} p.	13
. .	. . .	. . .	128	. . . .	14
. .	. . .	. . .	126	. . . .	15
. .	. . .	. . .	128	. . . .	16
. .	. . .	. . .	128	. . . .	17
. .	. . .	. . .	128	. . . .	18
. .	. . .	. . .	127	. . . .	19
. .	. . .	. . .	126	. . . .	20
. .	. . .	. . .	126	. . . .	21
. .	. . .	. . .	127	. . . .	22
. .	. . .	. . .	128	. . . .	23
. .	. . .	. . .	127	. . . .	24
. .	. . .	. . .	124	. . . .	25
. .	. . .	. . .	124	. . . .	26
. .	. . .	. . .	124	. . . .	27
. .	. . .	. . .	125	. . . .	28
. .	. . .	. . .	123	. . . .	29
. .	. . .	. . .	122	. . . .	30
	. . .	0 Tage.	124 Mittel.		

hl der Tage mit Reif . . . . (⌴) 0
„ „ „ Rauhfrost . . . . (V) 0
„ „ „ Nebel . . . . (▬) 1
„ „ „ Gewitter . . . . (Ꞩ, T) 3
„ „ „ entferntem Gewitter . . . (T) 3
„ „ „ Wetterleuchten . . . . . . (≤) 0
„ „ „ Höhen- u. Moorrauch (∞∞) 0

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

ganz ganz	Schneehöhe 7h a	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains	Anmerkungen	Tag
7h a	cm		cm		
0	. . .	. . .	122	. . . .	1
0	. . .	. . .	120	. . . .	2
10	. . .	. . .	122	⌈<^{1} 5·39-6·20 a.	3
10	. . .	. . .	125	. . . .	4
0	. . .	. . .	123	. . . .	5
0	. . .	. . .	120	. . . .	6
1	. . .	. . .	120	⌈<^{2} 7-7·50 p, ≤^{0} 9·20-9·50 p. . . .	7
10	. . .	. . .	121	. . . .	8
3	. . .	. . .	123	. . . .	9
10	. . .	. . .	119	. . . .	10
10	. . .	. . .	120	⌐ш 7·30 a-5·30 p.	11
9	. . .	. . .	120	⌐ш 12·30-5·30 p.	12
1	. . .	. . .	122	. . . .	13
10	. . .	. . .	122	. . . .	14
9	. . .	. . .	120	T^{1} 12·40-1·20 p.	15
9	. . .	. . .	119	. . . .	16
10	. . .	. . .	120	. . . .	17
7	. . .	. . .	120	⌈<^{0} 5·55-6·15 p.	18
7	. . .	. . .	121	. . . .	19
9	. . .	. . .	118	. . . .	20
10	. . .	. . .	120	≤^{1} 9·30-10·35 p.	21
1	. . .	. . .	120	T^{0} 2·35-2·50, ⌈<^{0} 4·45-5·15 p. . . .	22
0	. . .	. . .	116	. . . .	23
5	. . .	. . .	126	. . . .	24
1	. . .	. . .	120	⌈<^{1} 8·10-12 p.	25
10	. . .	. . .	122	. . . .	26
10	. . .	. .	118	. . . .	27
0	. . .	. . .	122	. . . .	28
0	. . .	. . .	122	. . . .	29
1	. . .	. . .	122	. . . .	30
1	. . .	. . .	123	. . . .	31
5	. . .	0 Tage.	121 Mittel.		

ter 0°) | Tage mit Reif . . . . (⌴) 0
. 0°) | " " Rauhfrost . . . . (V) 0
• und da | " " Nebel . . . . (≡) 0
ölkung u | " " Gewitter . . . . . . (⌈<, T) 6
" ü | " " entferntem Gewitter . . . (T) 2
—12) . | " " Wetterleuchten . . . . (≤) 2
" " Höhen- u. Moorrauch (∞ ∞) 0

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 7ʰ a	Schneedecke 12ʰ m	Wasserhöhe des Mains	Anmerkungen	Tag
	cm		cm		
. . . .	. . .	. . .	125	. . . .	1
. . . .	. . .	. . .	124	⌈⚡^{0} $9^{.50}$ - $10^{.15}$ p.	2
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	3
. . . .	. . .	. . .	123	. . . .	4
. . . .	. . .	. . .	123	. . . .	5
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	6
. . . .	. . .	. . .	123	T^{0} $5^{.5}$ - $5^{.25}$ a.	7
. . . .	. . .	. . .	123	. . . .	8
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .	9
$11^{.35}$a, - $6^{.20}$ p.	. . .	. . .	122	T^{1} $5^{.55}$ - $6^{.35}$ p.	10
$7^{.15}$ p.	. . .	. . .	123	T^{0} $2^{.50}$ p. 1 × Donner, T^{1} $4^{.13}$ - $4^{.35}$ p. .	11
. . . .	. . .	. . .	125	. . . .	12
. . . .	. . .	. . .	**120**	. . . .	13
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	14
. . . .	. . .	. . .	125	. . . .	15
$^{.50}$-5 p.	. . .	. . .	**120**	. . . .	16
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	17
. . . .	. . .	. . .	125	⌈⚡^{1} $1^{.5}$ - $1^{.40}$, T^{1} $2^{.22}$ - $2^{.35}$ p.	18
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	19
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .	20
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	21
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	22
. . . .	. . .	. . .	126	. . . .	23
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	24
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	25
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .	26
. . . .	. . .	. . .	127	. . . .	27
. . . .	. . .	. . .	**132**	. . . .	28
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	29
. . . .	. . .	. . .	128	. . . .	30
. . . .	. . .	. . .	127	. . . .	31
	. . .	0 Tage.	125 Mittel.		

Zahl der Tage mit Reif . . . . (⊔) 0
" " " " Rauhfrost . . . . (V) 0
" " " " Nebel . . . . (≡) 1
" " " " Gewitter . . . . (⌈⚡, T) 5
" " " " entferntem Gewitter . . . (T) 4
" " " " Wetterleuchten . . . . . . (⚡) 0
" " " " Höhen- u. Moorrauch (∞ ∞) 0

Gattung und … es Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Nummer der … er Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
… es Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Bewölkung wolkenfrei = … bewölkt . . = … 2h p	9h p	T… m	…nee-…cke h m	Wasserhöhe des Mains cm	Anmerkungen	Tag
1	0		. .	130	. . . .	1
2	0		. .	126	ϟ^0 10·45 p	2
10	10		. .	122	Γϟ^1 2·45 - 4·30 a, ϟ^1 8·30 - 8·45 p. . . .	3
9	0		. .	124	. . . .	4
5	10		. .	125	T^0 3·20 - 3·35 p.	5
10	0		. .	125	. . . .	6
10	10		. .	124	Γϟ^1 2 - 2·30 p.	7
10	10		. .	125	. . . .	8
7	10		. .	125	. . . .	9
5	0		. .	130	. . . .	10
2	0		. .	130	. . . .	11
0	9		. .	128	. . . .	12
10	9		. .	130	. . . .	13
1	0		. .	131	. . . .	14
1	0		. .	133	. . . .	15
1	0		. .	133	. . . .	16
2	0		. .	130	. . . .	17
0	0		. .	128	. . . .	18
0	0		. .	128	. . . .	19
0	0		. .	127	. . . .	20
3	0		. .	126	. . . .	21
10	10		. .	128	. . . .	22
9	10		. .	126	. . . .	23
10	10	1	. .	126	. . . .	24
10	10	1	. .	124	ϟ^1 8·30 - 10·30 p.	25
8	0		. .	124	. . . .	26
9	9		. .	125	. . . .	27
5	6		. .	125	. . . .	28
7	10		. .	127	. . . .	29
8	7		. .	125	. . . .	30
5	5		0 Tage.	127 Mittel.		

. . . . . .	0	Reif . . . . (⌴)	0
. . . . . .	0	Rauhfrost . . . . (V)	0
…arüber) . .	1	Nebel . . . . (≡)	3
…unter 2) . .	7	Gewitter . . . . . . (Γϟ, T)	3
…über 8) . .	9	entferntem Gewitter . . . (T)	1
. . . . . .	0	Wetterleuchten . . . . (ϟ)	3
		Höhen- u. Moorrauch (∞ ∞)	0

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . . 3·0 Meter.
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . . 1·0 Meter.

	Schneehöhe 7h a (cm)	Schneedecke 12h m	Wasserhöhe des Mains (cm)	Anmerkungen	Tag
...	...	...	124	...	1
...	...	...	125	...	2
...	...	...	125	...	3
...	...	...	124	...	4
...	...	...	125	...	5
...	...	...	128	...	6
...	...	...	125	...	7
...	...	...	122	...	8
...	...	...	128	...	9
...	...	...	130	...	10
...	...	...	126	...	11
...	...	...	125	...	12
...	...	...	124	...	13
...	...	...	127	...	14
...	...	...	126	...	15
...	...	...	128	...	16
...	...	...	128	...	17
...	...	...	127	...	18
...	...	...	124	...	19
...	...	...	130	...	20
...	...	...	130	...	21
...	...	...	130	...	22
...	...	...	132	...	23
...	...	...	142	...	24
...	...	...	166	...	25
...	...	...	166	...	26
...	...	...	184	↯¹ 5 p. ...	27
...	...	...	192	(Nadelwehr niedergelegt) ...	28
...	...	...	190	...	29
-12 p.	...	...	184	...	30
...	...	...	176	...	31
	...	0 Tage.	189 Mittel.		

Zahl der Tage mit Reif . . . . (⊔) 0
„ „ „ „ Rauhfrost . . . . (V) 0
„ „ „ „ Nebel . . . . (≡) 4
„ „ „ „ Gewitter . . . . (⟦↯, T) 0
„ „ „ „ entferntem Gewitter . . . (T) 0
„ „ „ „ Wetterleuchten . . . . . . (↯) 1
„ „ „ „ Höhen- u. Moorrauch (∞ ∞̳) 0

Ga öhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter.
Nu öhe der Thermometer über dem Erdboden . . 3·0 Meter.
öhe des Regenmessers über dem Erdboden . . 1·0 Meter.

Bew... ganz ... ganz	wol... bew...	Schnee-decke 12 h m	Wasser-höhe des Mains	Anmerkungen	Tag
a	2 h p		cm		
1	1	. . .	174	Nadelwehr niedergelegt.	1
2	5	. . .	164	. . . .	2
9	9	. . .	158	. . . .	3
	1	. . .	154	Nadelwehr aufgestellt.	4
	10	. . .	150	. . . .	5
	5	. . .	144	. . . .	6
	10	. . .	140	. . . .	7
	10	. . .	138	. . . .	8
	5	. . .	130	. . . .	9
	10	. . .	132	. . . .	10
	9	. . .	130	. . . .	11
	9	. . .	130	. . . .	12
	10	. . .	135	n. (Nachmitternacht Sturm.) . .	13
	9	. . .	135	. . . .	14
	9	. . .	138	. . . .	15
	8	. . .	138	. . . .	16
	10	. . .	135	. . . .	17
	10	. . .	130	. . . .	18
	10	. . .	110	20 cm. Stauwasser abgelassen.	19
	10	. . .	125	. . . .	20
	7	. . .	125	. . . .	21
	3	. . .	127	. . . .	22
	1	. . .	123	. . . .	23
	7	. . .	123	. . . .	24
	1	. . .	122	. . . .	25
	3	. . .	122	. . . .	26
	8	. . .	123	. . . .	27
	10	. . .	127	. . . .	28
	10	. . .	126	. . . .	29
	5	. . .	125	. . . .	30
	7	0 Tage.	134 Mittel.		

mit Reif . . . . (⊔)	4
„ Rauhfrost . . . . (V)	0
„ Nebel . . . . (≡)	6
„ Gewitter . . . . . . (⏧, T)	0
„ entferntem Gewitter . . . (T)	0
„ Wetterleuchten . . . . (⚡)	0
„ Höhen- u. Moorrauch (∞ ∞)	0

)°) . .
)°) . .
d darüber
ig unter
über 8
) . . .

Höhe des Barometers über dem Meeres-Niveau 103·25 Meter
Höhe der Thermometer über dem Erdboden . . . 3·0 Meter
Höhe des Regenmessers über dem Erdboden . . . 1·0 Meter

	Schneehöhe 7 h a	Schneedecke 12 h m	Wasserhöhe des Mains	Anmerkungen
	cm		cm	
. . . .	. . .	. . .	125	. . . .
. . . .	. . .	. . .	125	. . . .
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .
. . . .	. . .	. . .	123	. . . .
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .
. . . .	. . .	. . .	123	. . . .
. . . .	. . .	. . .	122	. . . .
. . . .	. . .	. . .	123	. . . .
. . . .	. . .	. . .	125	. . . .
. . . .	. . .	. . .	124	. . . .
. . . .	. . .	. . .	114	. . . .
. . . .	. . .	. . .	20	(Nadelwehr niedergelegt) . . . . .
. . . .	. . .	. . .	**18**	. . . .
. . . .	. . .	. . .	15	(Nadelwehr aufgestellt) . . . . . .
. . . .	. . .	. . .	100	. . . .
. . . .	. . .	. . .	108	. . . .
. . . .	. . .	. . .	110	. . . .
. . . .	. . .	. . .	120	. . . .
. . . .	. . .	. . .	130	. . . .
1·55 a,	. . .	. . .	133	. . . .
3·15 p.	. . .	. . .	130	. . . .
. . .	. . .	. . .	134	. . . .
. . .	. . .	. . .	**140**	. . . .
. . .	. . .	. . .	130	. . . .
. . .	1	Schnd.	133	. . . .
. . .	0	. . .	133	. . . .
. . .	0	Schnd.	128	n, a. . . . .
. . .	2	Schnd.	125	. . . .
. . .	1	Schnd	126	. . . .
	. . .	4 Tage.	**114** Mittel.	

Zahl der Tage mit Reif . . . . (⊔) 8
„ „ „ „ Rauhfrost . . . . (V) 1
„ „ „ „ Nebel . . . . (≡) 4
„ „ „ „ Gewitter . . . . (ꓘ, T) 0
„ „ „ „ entferntem Gewitter . . . (T) 0
„ „ „ „ Wetterleuchten . . . . . . (≶) 0
„ „ „ „ Höhen- u. Moorrauch (∞∞) 0